

Tuomas Hämäläinen

Metsänhoitoyhdistys Järvi-Savon hankinta- ja korjuupalveluiden korjuujälki


Opinnäytetyö
Metsätalouden koulutusohjelma

Huhtikuu 2012




Metsänomistajat
MHY JÄRVI-SAVO

KUVAILULEHTI

| | | |
|---|---|--|
|  MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences | | Opinnäytetyön päivämäärä 4.4.2012 |
| Tekijä Tuomas Hämäläinen | Koulutusohjelma ja suuntautuminen Metsätalouden koulutusohjelma | |
| Nimeke Metsänhoitoyhdistys Järvi-Savon hankinta- ja korjuupalveluiden korjuujälki | | |
| Tiivistelmä <p>Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Metsänhoitoyhdistys Järvi-Savon hankinta- ja korjuupalvelun korjuujäljen laatua mahdollisimman tuoreista harvennuksista. Opinnäytetyössä on käsitelty harvennushakkuiden korjuujälkeä, korjuuvaurioiden seurausvaikutuksia sekä lainsäädännössä ja sertifiointissa korjuujäljelle asetettuja vaatimuksia. Tarkistettut kohteet olivat vain koneellisesti suoritettuja harvennuksia. Tuloksia tarkasteltiin harvennustavoittain, puulajeittain ja paikkakunnittain. Niitä verrattiin myös Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisemiin korjuujälki tuloksiin vuodelta 2010.</p> <p>Korjuujäljen mittausten menetelmänä käytettiin maa- ja metsätalousministeriön hyväksymää jälki-inventointimenetelmää tulosten vertailtavuuden takia. Kuvioilta mitattiin runkoluku puulajeittain, puustovauriot, kannot poistuman laskemiseksi, pohjapinta-ala, valtapituus ja keskiläpimitta. Ajouratunnuksista tarkasteltiin lisäksi ajouraleveys, ajouraväli ja ajourapainamat. Tutkimuksen laajuus oli 42 harvennuskohdetta neljän kunnan alueella. Tarkastettujen kohteiden pinta-ala oli yhteensä 70,5 hehtaaria. Maastomittaukset suoritettiin kesän 2011 aikana.</p> <p>Tulosten mukaan puustovaurioita oli keskimäärin 4,1 prosentissa puustosta, mikä on varsin hyvä tulos. Keskimäärin suositusten mukaisia tuloksia saatiin ajouravälissä ja -leveydessä. Erittäin hyvät tulokset saatiin urapainaumista, jotka jäivät vähän alle 0,7 prosenttiin. Vastaavasti suurella osalla kohteista harvennusvoimakkuus oli hyvän metsän hoidon suosituksiin nähden liian voimakasta. Harvennusvoimakkuus oli voimakasta erityisesti ensiharvennuksissa, joissa myös havaittiin suurin osa metsälakirajan alituksista. Ensiharvennuksiin verrattuna muissa harvennuksissa oli enemmän sekä puusto- että urapainaumavaurioita. Uravälissä ja uraleveydessä ei harvennustapojen välillä ollut suuria eroja.</p> <p>Korjuujäljen keskiarvot näyttävät hyviä tuloksia, mutta kokonaisarvostelusta huomataan, että kohteiden välinen vaihtelu on suurta. Metsälaissa esitetyt vaatimukset eivät täyttyneet harvennusvoimakkuuden osalta, joten jatkossa huomiota tulee kiinnittää jäävän puuston tiheyden seurantaan. Tulevaisuudessa parempi puunkorjuun laatu vaatii korjuujäljen tarkempaa seurantaa ja toimintatapojen muokkaamista.</p> | | |
| Asiasanat (avainsanat) Korjuujälki, harvennushakkuut, metsänhoitoyhdistys, jälki-inventointimenetelmä | | |
| Sivumäärä 60 + liitt. 2 s. | Kieli Suomi | URN URN:NBN:fi:mamk-opinn201283721 |
| Huomautus (huomautukset liitteistä) | | |
| Ohjaavan opettajan nimi Timo Leinonen | Opinnäytetyön toimeksiantaja Metsänhoitoyhdistys Järvi-Savo | |

DESCRIPTION

| | | |
|---|--|---|
|  MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences | | Date of the bachelor's thesis April 4, 2012 |
| Author Tuomas Hämäläinen | Degree programme and option Degree Programme in Forestry | |
| Name of the bachelor's thesis Harvesting trace of Forest Management Association Järvi-Savo's mechanical harvesting service | | |
| Abstract <p>The objective of study was to examine the quality of the harvesting in the area of Forest Management Association Järvi-Savo's mechanical harvesting service. This thesis report discusses harvesting trace, consequences of the effect of harvesting damages and requirements that has been set in legislation and certification. The results were analysed by thinning methods, species of trees and by municipality. The results were also compared with the development center of forestry Tapio's published results of harvesting trace measured in 2010.</p> <p>The ministry of agriculture and forestry approved method was used in these studies. The number of stems and stumps, tree damages, basal area, dominant height and mean diameter were measured from every forest stands. The dents, distances and widths of the logging roads were also measured. The extension of research was 42 forest stands with a total area of 70.5 hectares. Field measurements were carried out during the summer of 2011.</p> <p>The results indicate that tree stand damages was on average 4.1 percent of growing stock, which is quite a good result. On average the results according to the recommendations were measured in distance and width of the logging roads. Very good results were obtained from dents of the logging road that were just under 0.7 percent. Thinning intensity was too powerful in large number of forest stands compared to recommendations. Thinning intensity was furious particularly in first thinnings. Requirements of the forest law weren't met in all forest stands because of thinning intensity. In proportion there were more tree stand damages and dents of the logging roads in other thinnings than in first thinnings. Between thinning methods there weren't big differences in distances and widths of the logging road.</p> <p>The average of harvesting trace shows good results, but total assessment indicates that the variation between forest stands is great. Requirements of the forest law weren't met because of thinning intensity, so in the future attention should be paid to the remaining stand density monitoring. A better quality of timber harvesting requires closer monitoring of harvesting trace and harvesting should be done more carefully in the future.</p> | | |
| Subject headings, (keywords) Harvesting trace, thinning, Forest Management Association | | |
| Pages 60 p. + app. 2 p. | Language Finnish | URN URN:NBN:fi:mamk-opinn201283721 |
| Remarks, notes on appendices | | |
| Tutor Timo Leinonen | Bachelor's thesis assigned by Forest Management Association Järvi-Savo | |

SISÄLTÖ

KUVAILULEHDET

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 1 |
| 1.1 | Taustat..... | 1 |
| 1.2 | Työn tavoitteet | 2 |
| 2 | HARVENNUSHAKKUUT | 3 |
| 2.1 | Harvennushakkuiden tavoitteet | 3 |
| 2.2 | Ensiharvennus..... | 4 |
| 2.3 | Myöhemmät harvennukset..... | 5 |
| 2.4 | Harvennusmallit..... | 6 |
| 2.5 | Harvennushakkuut Suomessa | 7 |
| 3 | KORJUUIJÄLKI..... | 8 |
| 3.1 | Korjuujäljen käsite..... | 8 |
| 3.1.1 | Yleistä korjuujäljestä | 8 |
| 3.1.2 | Harvennusvoimakkuus..... | 10 |
| 3.1.3 | Puustovauriot | 11 |
| 3.1.4 | Ajoura | 12 |
| 3.1.5 | Ajourapainamat..... | 13 |
| 3.1.6 | Ajouraleveys ja ajouraväli | 15 |
| 3.2 | Lainsäädännön ja sertifiointin näkökanta korjuujälkeen | 16 |
| 3.2.1 | Lainsäädäntö | 16 |
| 3.2.2 | Sertifiointi | 18 |
| 3.3 | Korjuujäljen seurausvaikutukset..... | 19 |
| 3.3.1 | Huonon korjuujäljen seuraukset | 19 |
| 3.3.2 | Puustovaurioiden aiheuttamat kasvutappiot | 19 |
| 3.3.3 | Ajouran aiheuttamat kasvutappiot | 21 |
| 3.3.4 | Ajourapainaumien aiheuttamat kasvutappiot..... | 21 |
| 4 | AINEISTO JA MENETELMÄT | 22 |
| 4.1 | Laskenta ja kokonaisarvostelu..... | 22 |
| 4.2 | Kohteiden valinta..... | 23 |
| 4.3 | Jälki-inventointimenetelmä..... | 25 |
| 4.3.1 | Koealat | 25 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.3.2 | Puustovauriot | 26 |
| 4.3.3 | Ajouraväli ja -leveys | 27 |
| 4.3.4 | Ajourapainauumat | 28 |
| 5 | TULOKSET | 29 |
| 5.1 | Koko aineisto | 29 |
| 5.1.1 | Tutkimusaineiston jakautuminen | 29 |
| 5.1.2 | Harvennusvoimakkuus | 30 |
| 5.1.3 | Puustovauriot | 35 |
| 5.1.4 | Ajouraväli ja -leveys | 36 |
| 5.1.5 | Ajourapainauumat | 38 |
| 5.2 | Aineisto paikkakunnittain | 39 |
| 5.2.1 | Harvennusvoimakkuus | 39 |
| 5.2.2 | Puustovauriot | 40 |
| 5.2.3 | Ajouraväli ja -leveys | 41 |
| 5.2.4 | Ajourapainauumat | 43 |
| 6 | TULOSTEN TARKASTELU | 44 |
| 6.1 | Tulosten luotettavuus ja vertailukelpoisuus | 44 |
| 6.2 | Kasvatettavan puuston määrä | 44 |
| 6.3 | Puustovaurioiden määrä ja jakautuminen | 50 |
| 6.4 | Ajouraväli ja -leveys mitatuilla kohteilla | 51 |
| 6.5 | Ajourapainaumien osuus | 53 |
| 6.6 | Kokonaisarvostelu | 54 |
| 7 | POHDINTA | 55 |
| | LÄHTEET | 59 |
| | LIITTEET | 61 |

1 JOHDANTO

1.1 Taustat

Harvennushakkuut kuuluvat hyvään ja taloudellisesti kannattavaan metsänkasvatukseen. Kaikilla toimenpiteillä, joita metsässä tehdään, vaikutetaan suuresti tulevan uudistushakkuukypsän puuston kiertoaikaan, laatuun ja hakkuukertymään. Toisin sanoen toimenpiteillä on vaikutusta metsästä saatavaan tuottoon. Harvennuksista metsänomistaja saa hakkuutuloja myymällä poistettavat puut, mutta tämän lisäksi harvennuksista saadaan myös muita hyötyjä. Harvennuksen tavoitteena on kasvun keskittäminen taloudellisesti arvokkaimpiin puuyksilöihin. Oikea-aikainen harvennus nopeuttaa metsikön järeytymistä, mikä tarkoittaa käytännössä uudistusajankohdan aikaistumista. Uudistushakkuutulot muodostavat suurimman osan kiertoajan kokonaistuloista ja aikaistuessaan ne parantavat pääoman tuottoa. Harvennuksella parannetaan metsikön elinvoimaisuutta poistamalla sairaat ja kilpailussa alakynteen jääneet puut. Näin kasvamaan jätetyt puut hyötyvät lisääntyneestä kasvutilasta ja valosta.

Haasteita harvennushakkuissa riittää, kuten esimerkiksi metsämaan ja puuston vaurioituminen erityisesti vaikeissa hakkuuolosuhteissa. Vaurioita syntyy, eikä niiltä voida kokonaan välttyä, mutta niiden määrään voidaan vaikuttaa. Suunnittelun, kuljettajan ammattitaidon ja kaluston on oltava tarkoitukseen sopivalla tasolla. Erityisesti pehmeillä mailla oikea hakkuuajankohta on tärkeä. Korjuuolosuhteiltaan haastavimmat kohteet olisikin tarkoituksenmukaista sijoittaa talvikorjuuseen, mutta vuosikymmenten aikana lisääntynyt puuntarve ja voimakas ojitustoiminta on luonut paineita korjata myös haastavia korjuukohteita ympärivuoden.

Metsänhoitoyhdistys Järvi-Savon alueella laajaa korjuujäljen tarkastelua ei ole fuusioitumisen, eli vuoden 2008, jälkeen tehty omasta toimesta. Tämän työn tarkoituksena oli saada kattava raportti harvennusten korjuujäljestä. Tulosten perusteella saadaan selville kehittämiskohteet ja voidaan antaa alueellista palautetta urakoitsijoille.

Tarkastusmittaukset suoritettiin kesällä 2011 neljäntoista merkittävimmän korjuuyrittäjän suorittamilla harvennuksilla. Mittauksia suoritettiin koko Metsänhoitoyhdistys Järvi-Savon alueella.

1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on tutkia Metsänhoitoyhdistys Järvi-Savon alueen hankinta- ja korjuupalvelun korjuujäljen laatua. Työ on rajattu siten, että kohteena ovat vain koneellisesti harvennetut kohteet. Tarkasteltavana ovat 1.9.2010–31.3.2011 suoritettut harvennukset.

Tarkoituksena on mitata aktiivisimpien korjuuyrittäjien harvennusten korjuujälkeä neljän kunnan alueella. Lopputulosten avulla voidaan määrittää korjuujäljen nykyinen taso. Näin korjuujälkeä voidaan kehittää yhdessä muiden toimijoiden kanssa entistä paremmaksi.

Tässä työssä syvennyn harvennusten korjuujälkeen, korjuuvaurioiden aiheuttamiin kasvu- ja laatutappioihin eli seurausvaikutuksiin ja lisäksi perehdyn lainsäädäntöön ja sertifiointin asetettamiin vaatimuksiin, joita korjuujäljellä on. Seurausvaikutuksia on tarkasteltu erilaisten tutkimusten ja kirjallisuuden avulla. Työssä esitellään jälkiinventointimenetelmä, joka on myös metsäkeskusten käyttämä inventointimenetelmä, ja siihen liittyvät mittausrutiinit.

Tässä työssä on käytetty Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion kehittämää ja maa- ja metsätalousministeriön hyväksymää menetelmää sen takia, että tulokset olisivat vertailukelpoisia muihin samalla menetelmällä mitattuihin aineistoihin. Tutkimuksessa saatuja tuloksia on verrattu Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion raporttiin viimeisimmistä korjuujäljen valtakunnallisista tarkastustuloksista vuodelta 2010.

2 HARVENNUSHAKKUUT

2.1 Harvennushakkuiden tavoitteet

Metsien käsittelyillä puuston kehitystä ohjataan haluttuun suuntaan, jossa usein päätavoitteena on saada metsistä taloudellista hyötyä. Riippuen metsänomistajasta muut tavoitteet voivat liittyä esimerkiksi maisemanhoitoon, virkistyskäyttöön, luonnon monimuotoisuuteen tai riistanhoitoon. Kasvatushakkuut eli harvennukset, joita siis ovat ensiharvennus ja 1–2 myöhempää harvennusta, ovat yksi tapa metsien käsittelyssä ohjata puuston kehitystä. (Hynynen ym. 2005, 73.)

Harvennushakkuussa saadaan jo myyntikelpoista ainespuuta ja samanaikaisesti harvennusten avulla parannetaan puuston kasvuolosuhteita. Harvennus on tärkeä kasvatusmetsien metsänhoidollinen toimenpide, jonka avulla vaikutetaan metsän kehitykseen. Harvennuksen avulla turvataan kestävä metsän hoito ja käyttö. Harvennuksissa kasvamaan jätetään yleensä rungoiltaan parhaimmat, elinvoimaisimmat ja taloudellisesti arvokkaimmat puut. Poistettavat puut ovat vioittuneita, sairaita ja kehityksestä jälkeen jääneitä puita ja niiden poistamisen ansiosta metsikön laatu paranee. Muuta haittaavaa puustoa poistetaan sen verran, että puuston määrä sijoittuu suositusten tasolle. Lisääntyneen kasvutilan ansiosta puuston paksuuskasvu nopeutuu harvennuksen jälkeen. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006, 38.)

Voidaan siis todeta, että harvennuksen tärkein tavoite on puuston ylitihedden torjuminen ja kasvamaan jätettävien puiden järeytyminen. Järeämmästä puusta saadaan selvästi enemmän taloudellisia hyötyjä. Syynä on se, että korjuukustannukset ovat pienemmät järeämmässä puussa kuin pienessä puussa ja samalla järeämmän puun käyttösuhte on parempi. Runkojen arvoon vaikuttaa myös suuresti niiden laatu. Yleisesti ottaen saha- ja vaneriteollisuuden puustamaksukyky on selluteollisuutta parempi, joten järeästä puusta pystytään maksamaan enemmän.

Havupuumetsikoissa harvennukset voidaan toteuttaa sekä ala- että yläharvennuksena. Koivikoissa suositellaan käytettävän pelkästään alaharvennusta. Alaharvennuksessa tavoitteena on jättää kasvamaan pisimpiä valta- ja lisävaltapuita, jotka ovat laadultaan parhaat eli suoria ja vähäokaisia. Harvennuksessa poistetaan valtapuita pienemmät

puut sekä paksuoksalet, mutkaiset ja vialliset puuyksilöt. Tarkoituksena on jättää alueelle harvennusmallien mukainen määrä puustoa. Alaharvennuksella tavoitellaan kiertoajan lyhentämistä ja puuston nopeaa järeytymistä. Kyseinen harvennustapa soveltuu ylitieheisiin, tilajärjestykseltään epätasaisiin, kerroksellisiin tai sekametsiin. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006, 39.)

Yläharvennuksessa poistetaan alaharvennuksen mukaisesti vialliset, huonolaatuiset ja huonolatvuksiset puut. Kyseisessä harvennustavassa poistetaan lisäksi noin 100 valtapuuta per hehtaari niin, että muu puusto on harvennusmallien mukainen. Harvennuksissa saatavia hakkuutuloja sekä koko kasvatusajan puuston tukkiosuuksia voidaan kasvattaa yläharvennuksella, mutta vastaavasti metsikön kiertoaika pitenee. Tämä hakkuutapa soveltuu vain tasaikäisiin, hoidettuihin havupuumetsiköihin, harvennustavaksi toiseen ja kolmanteen harvennuskertaan. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006, 40.)

Suomessa suurinosa harvennuksista tehdään tavaralajimenetelmällä. Siinä puut kaadetaan, karsitaan ja katkotaan jalostukseen sopiviksi puutavaralajeiksi jo metsikkökuviolla. Monet eri puutavaralajit kuljetetaan erillisiksi pinoiksi tienvarteen odottamaan kuljetusta varsinaiselle jalostuspaikalle, joko kuidutukseen, sahaukseen tai sorvaukseen. (Uusitalo 2003, 53–54.)

2.2 Ensiharvennus

Ensiharvennus on kiertoajalla ensimmäinen hakkuutuloja tuottava toimenpide. Ensiharvennuksen tärkein tavoite ei ole tulot, vaan metsään jätettävien puiden kasvutilan lisääminen ja järeytymisen nopeuttaminen. Pieniläpimittaisen puun korjuun suuret kustannukset pitävät hakkuutulot pieninä. Ensiharvennuksen oikea-aikaisuus on tärkeää, jotta välttyttäisiin ylitieheydestä aiheutuvilta haitoilta. Tällöin metsikön kasvu saadaan pidettyä hyvänä ja tuottoisuus mahdollisimman korkeana. Korjuukustannukset saadaan alenemaan, jos ajankohta valitaan niin, että hakkuukertymä olisi mahdollisimman suuri. Kannattavuuden parantaminen on mahdollista lykkäämällä ensiharvennusta, mutta silloin metsikkö täytyy olla hyvin hoidettu eli toisin sanoen latvusten elinvoimaisuus ei saa kärsiä ylitieheydestä. (Hynynen ym. 2005, 73–75, 98.)

Hynysen ja Arolan (1999) tutkimuksissa ei havaittu ensiharvennusajankohdalla olevan merkittävää vaikutusta puuston kokonaistuotokseen. Puiden kasvu aleni harvennuksen seurauksena tilapäisesti sitä suuremmin mitä enemmän puustoa oli harvennettu. Tutkimustulosten mukaan männikköjen ensiharvennusta voidaan viivästyttää 10–15 vuodella heikentämättä suuresti puuston kasvuedellytyksiä kohteissa, joissa taimikonhoito on toteutettu ajallaan.

Ensiharvennus toteutetaan normaalisti puuston ollessa 25–45 vuoden iässä, jolloin puusto reagoi nopeasti tapahtuviin muutoksiin. Jouston varaa ensiharvennuksissa on selvästi vähemmän kuin muissa kasvatushakkuissa, koska jos latvukset supistuvat liikaa, alkavat puiden kasvuedellytykset heiketä. Tämä taas voi altistaa puut tuhoille ja tiheyden takia luontaisen poistuman lisääntymiselle. (Kärhä 2001, 12.)

Ensiharvennus suositellaan tekemään 12–15 metrin valtapituudessa niissä kohteissa, joissa taimikonhoito on tehty ajallaan. Laatupuun kasvatuksessa, jossa mahdollisesti tuotetaan energiapuuta, ensiharvennus tehdään 10–12 metrin valtapituudessa. Kohteilla, joilla taimikonhoito on jäänyt tekemättä tai tehty liian lievänä harvennusajankohtaa joudutaan aikaistamaan. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006, 39.)

2.3 Myöhemmät harvennukset

Myöhemmissä harvennuksissa suurempaa painoa voidaan antaa hakkuutuloille. Hakkuutulot ovat tässä vaiheessa yhtä tärkeässä roolissa kuin metsikön kehityksen ohjaaminen. Myöhemmistä harvennuksista hakkuukertymää saadaan selvästi enemmän ja se sisältää myös arvokkaampaa tukkipuuta enemmän. Hakattavan puun hakkuutulot ovat siis korjuukustannuksia selvästi suuremmat. Myöhempien harvennusten ajankohdat eivät ole yhtä tiukasti sidottuja tiettyyn ajankohtaan kuten ensiharvennuksessa. Lisäksi myöhemmissä harvennuksissa pystytään ottamaan taloudelliset näkökohdat paremmin huomioon. Tulosta saadaan parannettua, jos harvennus voidaan tehdä yläharvennuksena eli poistamalla myös tukkipuita ja jättämällä pienempiä puita kasvamaan. (Hynynen ym. 2005, 73, 101.)

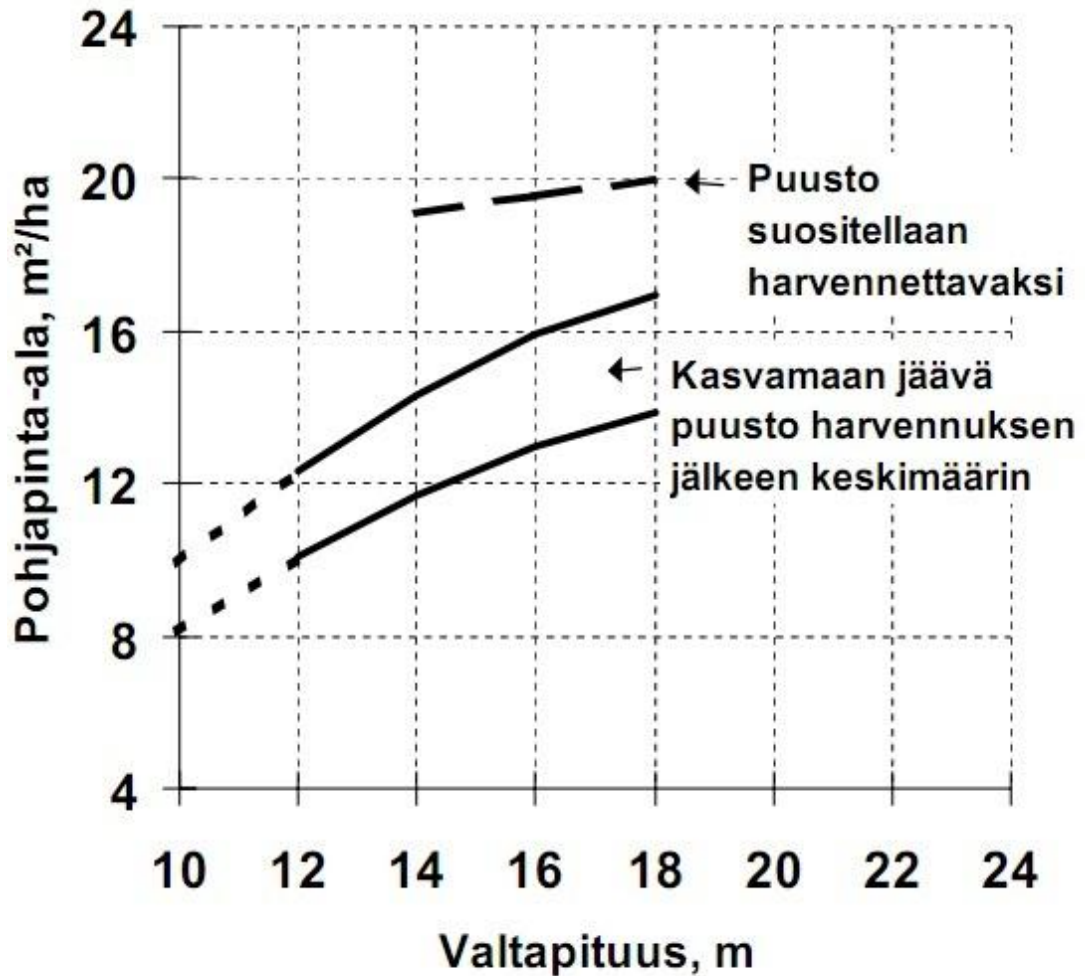
Yksi tai kaksi myöhempää harvennusta ehdotetaan toteutettaviksi valtapituuteen ja pohjapinta-alan pohjautuvien harvennusmallien perusteella. Harvennus toteutetaan

silloin, kun pohjapinta-ala on saavuttanut harvennusmallin leimausvyöhykkeen. Harvennuksessa puita poistetaan niin, että pohjapinta-ala putoaa niin paljon, että se osuu ”harvennuksen jälkeen” –vyöhykkeelle. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006, 39.)

Kasvupaikasta ja puulajista riippuen toinen harvennus suoritetaan yleensä 10–25 vuotta ensiharvennuksen jälkeen, kun harvennusmalleja noudatetaan oikein. Kuusikoissa harvemmin tehdään kolmatta harvennuskertaa, koska se ei yleensä lisää metsänkasvatuksen kannattavuutta. Männiköissä taas kolmas harvennuskerta voi tulla kyseeseen, jotta saavutettaisiin riittävä runkojen järeytyminen ja laatu, tai jos halutaan parantaa luontaisen uudistamisen onnistumista. (Myöhemmät harvennukset 2009.)

2.4 Harvennusmallit

Harvennusmallit on laadittu erikseen Pohjois-, Väli- ja Etelä-Suomen alueille kasvupaikkatyypeittäin ja puulajeittain. Malleissa pysty-akselilla ilmoitetaan pohjapinta-ala ja vaaka-akselilla ilmoitetaan valtapituus. Metsikössä pohjapinta-alan saavuttaessa harvennusmallissa ylemmän katkoviivan (kuvio 1) eli niin kuvatun leimausvyöhykkeen, on harvennus silloin ajankohtainen. Harvennusmallissa kuvattavat alemmat viivat muodostavat pohjapinta-ala-alueen, jonka harvennettava puusto pitäisi saavuttaa. Myöhempiin harvennuksiin soveltuvat parhaiten pohjapinta-aloihin nojautuvat harvennusmallit, kun taas ensiharvennukset kannattaa käsitellä puulajeittain ja kasvupaikoittain ilmoitetuilla tavoiterunkolukujen mukaisesti. (Hynynen 2008, 187–188.)



KUVIO 1. Harvennusmalli (Hyvän metsänhoidon suositukset 2001).

Harvennuksen viivästyminen, eli leimausrajan ylitys, aiheuttaa puuston järeytymisen hidastumista ja latvusten supistumista. Vastaavasti voimakas harventaminen, eli harvennuksen jälkeisen tavoitepuuston alitus, aiheuttaa kasvun vähenemistä eli kasvutappiota ja siten myös pienentää tuottoa. (Hynynen 2008, 188.)

2.5 Harvennushakkuut Suomessa

Vuonna 2010 metsäteollisuuden tuotanto elpyi edellisvuodesta, mikä lisäsi raakapuun kysyntää ja kohotti markkinapuun hakkuut lähelle tavanomaisia 2000-luvun alkukymmenen hakkuumääriä. Vuonna 2010 markkinapuuta hakattiin kaikkiaan 52 miljoonaa kuutiometriä. Kasvatushakkuita vuonna 2010 hakattiin yhteensä kaikkiaan 532 900 hehtaaria. Tähän lukuun sisältyvät ensiharvennukset, muut harvennukset ja ylispuiden poistot. Ensiharvennuksia vuonna 2010 hakattiin 191 000 hehtaaria, muita

harvennuksia 288 800 hehtaaria ja ylispuiden poistoja 53 100 hehtaaria. (Metsätilastollinen vuosikirja 2011, 150.)

Valtakunnan metsien uusimman eli kymmenennen inventoinnin mukaan seuraavan 10-vuotiskauden aikana ensiharvennustarve on 2,2-kertainen verrattuna edeltävän inventoinnin 10-vuotiskauteen. (Kansallinen metsäohjelma 2015, 15.)

3 KORJUUJÄLKI

3.1 Korjuujäljen käsite

3.1.1 Yleistä korjuujäljestä

Korjuujälki käsitteellä ymmärretään metsikön maaperän ja puuston tilaa hakkuun jälkeen. Harvennushakkuissa korjuujälkeä mitataan yleensä, kuten myös tässäkin tutkimuksessa, harvennusvoimakkuuden, puuvalinnan, puustovaurioiden, ajouravälin, ajouraleveyden ja ajourapainaumien avulla. Harvennuksen tavoitteena tulisi olla moitteeton korjuujälki, mutta koneellinen harvennus aiheuttaa melkein aina jonkin verran korjuuvaurioita. Suurempi haitta taloudellisesti olisi jättää harvennushakkuu kokonaan tekemättä. (Korjuujälki harvennushakkuussa –opas 2003, 4.)

Hyvälle korjuujäljelle on olemassa seuraavat tavoitteet: Harvennusvoimakkuus on harvennusmallien mukainen sekä puustovaurioita on alle 4 prosenttia jäävän puuston määrästä. Uratunnuksissa painaumien määrän tulisi olla alle 4 prosenttia ajourien pituudesta, ajouravälin pitäisi olla yli 20 metriä ja ajourien leveyden täytyisi olla 4,0–4,5 metriä. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006, 38.)

Korjuun organisoinnista, metsäkoneenkuljettajasta sekä kone- ja laitetekniikasta koostuvat hyvän korjuujäljen toteuttamisen osatekijät. Edellä mainituista osatekijöistä metsäkoneenkuljettaja pystyy vaikuttamaan korjuujälkeen eniten ammattitaidon ja asenteen kautta. Myös koneilla on merkitystä korjuujälkeen. Metsäkoneella päätekijät muodostuvat maasto-ominaisuuksista, koneen hallinnasta ja työolosuhteista. (Rieppo & Kariniemi 2001, 7–9.)

Kiertoajan aikana 70 prosenttia korjuun aiheuttamista tappioista muodostuu ajourista ja ajourapainaumista. Kuormatraktori aiheuttaa paljon enemmän maastovaurioita kuin hakkuukone. Tämä ongelma aiheutuu kuormatraktorin lähes kaksinkertaisesta massasta kuormattuna verrattuna hakkuukoneen omamassaan. Kantavuusluokaltaan erityisesti heikolla maalla kuormatraktori katkoo juuria ja muodostaa syviä ajouria. (Rieppo 2001, 635–636.)

Korjuujälkeen syntyy helposti vaihtelua eri kohteilla, erityisesti kohteiden välillä vallitsevien erilaisten olosuhteiden takia ja kokemuksiltaan ja ammattitaidoiltaan eri tasoista kuljettajista riippuen. Poikelan (2003, 15–16) tutkimuksen mukaan suurin osa vauriipuista keskittyy ajouran läheisyyteen. Enintään 4 metrin etäisyydellä ajouran keskeltä mitatulla alueella sijaitsee noin 70 % vauriipuista. Palstan poikkisuunnassa saattaa kasvatettavaksi jäävän puuston tiheys vaihdella. Puuntuotannollisesti edullisinta olisi kasvatettavan puuston painottuminen uran varteen, mutta käytäntö osoittaa yleensä toisin. Ajouraa lähempänä oleva puusto harvennetaan helposti tiheysluvultaan pienemmäksi, kun taas samalla palstan keskiosaan saattaa jäädä enemmän puuta.

Lisääntyvä ympärivuotinen puunkorjuu ja korkea koneellistumisaste lisäävät haasteita korjuujäljelle. Hakkuuajalla on siis vaikutusta suuresti siihen, miten herkästi vaurio syntyy. Suurin todennäköisyys vaurion synnylle kosketuksessa on kesällä, jolloin se voi olla jopa 1,5-kertainen muihin vuodenaikoihin verrattuna. Selityksenä näihin suuriin eroihin vuodenaikojen välillä voidaan pitää kuoren erilaista irtoamisherkkyyttä. (Rieppo & Kariniemi 2001, 9–10.)

Korkea koneellistumisaste ja ympärivuotinen korjuu on pakottanut kehittämään erilaisia keinoja lisätä kantavuutta erityisesti pehmeillä mailla. Kontinen (2009, 16) on tutkimuksessaan maininnut, että maaperän kantavuutta voidaan lisätä sijoittamalla elementti tai materiaali ajouralla metsäkoneen renkaiden alle. Näillä menetelmillä saadaan pintapainetta pienennettyä, koska maan pintaan kohdistuvat voimat jakautuvat suuremmalle alalle.

Metsäkoneeseen liittyviä vaihtoehtoja ovat mm. teliin liitettävät telat, apupyörän asentaminen, leveämpien renkaiden asentaminen, pari- tai levikeypyörien asentaminen ja rengaspaineiden alentaminen. Teloja levantämällä saadaan lisättyä kantopintaa

leveyssuunnassa, mutta koneiden rakennusteknisten seikkojen ja koneen leveyden kasvun takia telojen leveyttä ei voida kasvattaa rajattomasti. Vaihtoehtona voi olla vastaavasti telaston pidentäminen apupyörän avulla. Metsäkoneissa harvinaisempi ratkaisu on pari- tai levikepyörien lisääminen. Ongelmana tässä on koneen leveyden kasvu. Leveämmillä renkailla saadaan selkeästi alennettua pintapaineita ja raiteenmuodostusta, mutta ylileveää rengasta ei pidetä kovin hyvänä kehittämisvaihtoehtona pohjoismaisiin konetyyppeihin ja korjuuoloihin nykyisen kasvatushakkuukäytännön johdosta. Alennetuilla rengaspaineilla saadaan vähennettyä raidesyvyyyttä. Alennettua rengaspainetta on turvemaiden puunkorjuussa vaikea hyödyntää, koska heikon kantavuuden takia joudutaan käyttämään teloja, jolloin rengaspaineen alentamisesta ei ole suurta hyötyä. (Airavaara ym. 2008, 6, 9, 12–15.)

Ajouran vahvistaminen tulee kyseeseen tilanteissa, joissa vain pienellä osalla ajouria esiintyy kantavuusongelmia. Kantavuuden ollessa erityisen heikko tai uran kuormitus suuri voidaan alustaa vahvistaa etukäteen paikallistettavissa olevissa ajouraverkon kohdissa. Ajoalustan vahvistuskeinoja käytännössä ovat havutus, kuitupuutelan rakentaminen, siirrettävien ajosiltojen käyttö sekä kevytsillan rakentaminen. (Kontinen 2009, 16.)

3.1.2 Harvennusvoimakkuus

Kuten jo aikaisemmin on todettu, harvennuksen tavoitteena on metsikön puuntuotoskyvyn keskittäminen terveisiin, hyvälaatuisiin ja haluttua puulajia oleviin yksilöihin. Harvennuksessa voidaan lisäksi edistää metsien monimuotoisuutta esimerkiksi säilyttämällä arvokkaat elinympäristöt sekä jättämällä hakkuualalle lahoppua ja säästöpuuryhmiä. (Korjuujälki harvennushakkuussa –opas 2003, 6.)

Harvennusvoimakkuuden arvioinnissa käytetään harvennusmalleja, jotka ovat laadittu metsikön pääpuulajin, kasvupaikkatyypin ja maantieteellisen sijainnin perusteella. Parhaiten harvennusmallit käyvät tasaikäisten ja hoidettujen metsiköiden harvennuksiin. Taloudellisesti paras lopputulos saadaan noudattamalla harvennusmalleja. Nämä mallit ovat pitkäaikaisten harvennustutkimusten tuotosta, joita laadittaessa on otettu huomioon puuston laatukasvu, kokonaistuotos sekä korjuun kannattavuus. (Korjuujälki harvennushakkuussa –opas 2003, 10.)

Puuston kehitys voi häiriintyä harvennussuosituksissa esitettyjen kasvatustiheyksien alittuessa, ja jos kasvatustiheyksien alitus on selvä, voidaan hakkuu tulkita metsälain ja sen nojalla annettujen säännösten ja määräysten vastaiseksi. Tarkastelu tehdään niin sanotun lakirajan eli kasvupaikka- ja puulajikohtaisesti määritetyn minimitiheyden perusteella. Metsälain soveltamispäätöksestä ja sertifiointista löytyy lisää luvusta 3.2. (Korjuujälki harvennushakkuussa –opas 2003, 13.)

3.1.3 Puustovauriot

Hakkuuvaiheessa syntyy suurin osa runkovaurioista. Yleisin runkovaurioiden syy tutkimusten mukaan on kaatuvan puun osuminen jäävään puustoon. Suurimmillaan runkovaurioriski on nila-aikana keväällä mänty- ja koivuvaltaisilla kasvatushakkuukohteilla. Metsäkuljetusvaiheessa yleensä syntyvät juurivauriot. Aiheuttavana tekijänä voi olla kantavuusongelman lisäksi liian kapea tai mutkainen ajouraverkosto. (Korjuujälki harvennushakkuussa –opas 2003, 16.)

Puustovauriot jaetaan runko- ja juurenniskavaurioihin sen perusteella, missä ne sijaitsevat. Runkovauriot sijaitsevat puun rungossa oletetun kaatoleikkauskohdan yläpuolella, kun taas vastaavasti juurenniskavauriot sijaitsevat kaatoleikkauskohdan alapuolella juurenniskassa ja maanpäällisissä juurissa. Maanpäällisiin juurivaurioihin luetaan vähintään 2 cm:n paksuiset ja korkeintaan 100 cm:n etäisyydellä juurenniskasta sijaitsevat vauriot. Vauriot jaetaan lisäksi pinta- ja syvävaurioihin syvyytensä perusteella. Pelkän kuoren irrotesa kyseessä on pintavaurio, kun taas puuaineksen vaurioituessa sitä kutsutaan syvävaurioksi. Usein vaurion koko ilmaistaan pinta-alana. (Sirén 1998, 13.)

Jäljelle jäävän puuston vaurioiden määrään hakkuun aikana osaltaan vaikuttavat kuljettaja, käsiteltävän rungon koko, puiden määrä, maaston kaltevuus ja kantavuus. Lisäksi vaurion syntymiseen vaikuttaa korjuun vuodenaika, kuten myös aikaisemmin on todettu. Moottorisahalla toteutettu manuaalinen hakkuu ei aiheuta merkittäviä puustovaurioita. Puiden kaadosta aiheutuvien vaurioiden merkitys on vähäinen. Hakkuukoneella korjuuvaurioita aiheutuu useimmiten puomista, hakkuulaitteesta ja käsiteltävästä puusta. Pieniä pintavaurioita, jotka saattavat sijaita korkealla rungossa syntyy valtaosin hakkuuvaiheessa. Metsäkuljetuksessa syntyvät vauriot keskittyvät ajouran varteen ja sijaitsevat pääosin alhaalla rungossa. Metsäkuljetuksessa

keskimäärin noin 90 % vauriipuista sijaitsi 2,5 metrin päässä uran keskeltä ja runkovaurioiden etäisyys juurenniskasta oli keskimäärin noin 1 metri. Eniten runkovaurioita metsätraktorin kone-elimistä aiheuttivat pyörä, pankko, kuormain ja ajoneuvon runko. Yleensä huomattava osa jäävään puustoon syntyvistä vakavista vaurioista muodostuu metsäkuljetuksessa. Jälkikäteen tehdyistä inventoinneista on vaikea tehdä päätelmiä vaurion aiheuttajasta ja vaurion synnyn aikaisesta työvaiheesta. (Sirén 1998, 20, 25–26, 37, 39.)

3.1.4 Ajoura

Ajouralla tarkoitetaan kulkutilaa, joka on raivattu puunkorjuussa tiestön ulkopuolelle. Ajourien raivauksessa kiviä tai kantoja ei poisteta, vaan raivaus kohdistuu ainoastaan puustoon. Ajouran maastonesteet, jotka haittaavat kuljetusta joko kierretään tai tasoitetaan hakkuutähteellä. Talvella maaperän kuoppia ja painanteita tasoittavat lisäksi lumi ja jää. Konekehityksen ansiosta puunkorjuuseen suunniteltujen koneiden maasto-ominaisuudet ja maavara ovat niin hyviä, että ajolinjat voidaan valita metsämaastossa melko vapaasti. Tänä päivänä lähes kaikki puunkorjuumenetelmistä perustuvat tela- tai pyöräajoneuvojen käyttöön. (Isomäki 1994, 4–6.)

Ajouria avattaessa poistetaan kasvatettavaksi tarkoitettuja puita ajourilta ja sen takia optimaalisesta puuvalinnasta joudutaan poikkeamaan. Sitä vastoin osa ajoura-aukoista jää hyödyntämättä kasvutilana. Ajourapainaukset sen sijaan aiheuttavat kasvutappioita juuristo- ja maaperävaurioiden seurauksena. Ajourilta poistettu puusto voi osaltaan kuvata urien sijoittelun onnistumista, koska ajourat tulisi avata mahdollisimman vähäpuustoisiin kohtiin. Näin säästettäisiin kasvatettavaa puustoa. (Sirén 1998, 13, 15.)

Puuston jakautumiseen leimikolla on kiinnitettävä riittävää huomiota jäävän puuston laadun ja määrän lisäksi. Ajourien reunoille kasvutilaa hyödyntämään tulisi jäädä riittävä ja vaurioitumaton puusto. Ajourien reunassa puilla on käytettävissä enemmän valoa, kasvutilaa ja hakkuutähteistä vapautuvia ravinteita. Kauempana ajourista sijaitsevilla taustavyöhykkeen puilla ilmenee myös reunavaikutusta. Kuusi pystyy hyödyntämään tämän kasvunlisäyksen mäntyä hieman paremmin. Reunavaikutus tasoittaa ajouran aiheuttamia kasvutappioita, joten reunapuusto kannattaa jättää muuta puustoa tiheämmäksi. (Sirén 1998, 30–31.)

Korjuukoneen tilantarve huomioiden on tärkeää, ettei kasvamaan jäävä puusto kohtuuttomasti vaikeuta tai estä koneen liikkumista ja työskentelyä leimikolla. Ajourien suunnittelussa tulisi huomioida korjuukoneen ulkomitat, raideleveys, ketteryys, kääntösäde, maavara, voimansiirto ja muut maasto-ominaisuudet. Koneiden lisäksi on huomioon otettava maaston asettamat rajoitukset. Korjuukoneen tilantarve ei ole vakio edes samassakaan leimikossa. Suoraan mentäessä tilantarve on pienimmillään. Tilantarve kasvaa muun muassa kaarteissa, mutkissa, maaston epätasaisuuksista johtuvissa kallistuksissa ja sivukaltevuuksissa. Huomioon otettavia asioita ovat myös maaperän kantavuus ja juuriston pinnallisuus, koska nämä asiat vaikuttavat suuresti juurivaurioiden syntyriskiin ja -herkkyyteen. (Isomäki 1994, 15–16.)

3.1.5 Ajourapainauumat

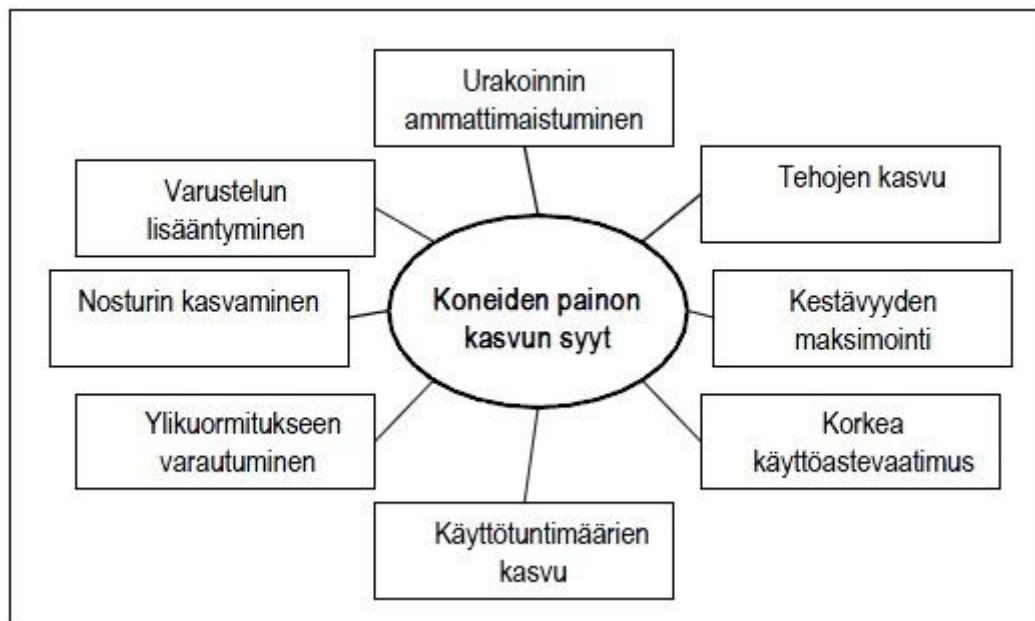
Urapainaumassa maan pintakerroksen rikkoutuminen aiheuttaa ajouran reunapuuston juuriston vaurioitumisen ja aiheuttaa näin kasvu- ja laatutappioita. Vaikutuksia metsikön vesitalouteen voi myös ilmetä runsaan raiteistumisen takia. Tämän takia saattaa raskasmetallien huuhtoutuminen lisääntyä. Painauumat, jotka eivät ole rikkoneet maan pintakerrosta eli ns. palautuvat painauumat, korjaantuvat nopeasti maan routaantumisen takia. Korjuujäljessä on tavoitteena, ettei urapainauumia muodostuisi ollenkaan, mutta muodostuessaan suositus on enintään 4 % ajourien pituudesta. (Korjuujälki harvennushakkuussa –opas 2003, 18.)

Keinoja ajourapainauumien välttämiseksi ovat mm. ajourien havutus, kesäaikaisen puunkorjuun välttäminen pehmeillä mailla sekä huolellinen urasuunnittelu. Erilaisten tutkimusten mukaan havutuksella saadaan pienennettyä painauuman syvyyttä jopa puoleen havuttamattomaan uraan verrattuna. Havutuksella voidaan painauumien lisäksi vähentää juuristovaurioita. Tämän takia on suositeltavaa, että hakkuukoneen kuljettaja käsittelee rungon ajouran päällä. Näin ajouralle saadaan suojaava havumatto. (Kokko & Sirén 1996, 21.)

Riepon ja Kariniemen (2001, 12) mukaan useissa tutkimuksissa on huomattu raiteistumisen olevan riippuvainen ajokertojen lukumäärästä. Monissa tapauksissa ensimmäinen ajokerta aiheuttaa koko ajourapainauumasta enemmän kuin 50 prosenttia.

Heikosti kantavilla mailla on havaittu ajourapainauksen syvenevän ajokertojen lukumäärän mukaan aina siihen saakka, kunnes koneen kulku käy mahdottomaksi. Hakkuukoneen liikkumisesta aiheutuva matala ajourapainaus ei yleensä aiheuta humuskerroksen tai juurimaton rikkoutumista. Sitä vastoin kuormatraktori aiheuttaa myös syviä ajourapainauksia katkoen juuria ja sekoittaen kivennäismaata ja humuskerrosta.

Vuosien aikana koneiden painot ovat kasvaneet, mutta kuormankantokyky ei ole sitä vastoin kasvanut. Syitä on monia (kuva 1), kuten koneiden kestävyysmaksimointi ja ylikuormitukseen varautuminen. Osaltaan painon kasvuun ovat myös vaikuttaneet varustelun lisääntyminen, korkeampi käyttöastevaatimus ja nosturin kasvaminen. Vastaavasti painavampien koneiden pintapainetta on pyritty laskemaan leveämmillä renkailla. Korjuujäljen syntyriskiin vaikuttavat mm. koneen hallinta ja näkyvyys. (Rieppo & Kariniemi 2001, 11–15, 20.)



KUVA 1. Koneiden painon kasvun syyt (Rieppo & Kariniemi 2001, 15).

Korjuujälkeen, hakkuussa ja metsäkuljetuksessa, vaikuttaa merkittävästi maasto ja sen olosuhteet. Maastolla on myös vaikutusta käytettävään korjuutekniikkaan ja korjuuajankohdan valintaan. Muun muassa maaston kivisyys, kantavuus ja kaltevuus vaikuttavat sekä maaperä- että puustovaurioiden määrään ja laatuun.

3.1.6 Ajouraleveys ja ajouraväli

Koneellisessa harvennuksessa liikkuminen työmaalla edellyttää aina vähintään ajolinjojen valitsemista ja monesti myös ajourien avaamista. Riippuen näkökulmasta voidaan puhua ajouran puuntuotannollisesta tai korjuuteknisestä leveydestä. Suomessa edelleen vallitseva on korjuutekninen ajourakäsite. Korjuutekninen leveys tunnustetaan tilaksi, jonka metsätraktori tarvitsee työmaalla liikkumiseen. Ajouran ulkoleveys kuuluu myös korjuutekniseen ajouraleveyteen, joka tarkoittaa koneen käytettävissä olevaa tilaa. Hakkuu-uraksi nimitetään uraa, jota pelkästään hakkuukone käyttää ja joka on myös ajouraa kapeampi. (Isomäki 1994, 6–8.)

Puuntuotannollisella ajouraleveydellä ilmennetään ensisijaisesti ajouran vaikutusta puuston kasvuun ja tuotokseen. Puhuttaessa ajouran puustoleveydestä tarkoitetaan ajouralta poistetun puuston mukana menetettyä kasvua. Puhuttaessa ajouran sisäleveydestä tarkoitetaan reunapuiden väliin ajouran keskelle vajaakäyttöiseksi jäävää kasvutilan pinta-alaa. (Isomäki 1994, 14; Sirén 1998, 19.)

Reunapuiden kasvun voimistuminen eli niin sanottu reunavaikutus korvaa suuren osan ajourasta aiheutuvasta kasvutappiosta ja tämän takia ajourasta aiheutuvaa ajourauukkoa ei voida suoraan pitää menetettynä kasvupotentiaalina. Ajourien kohdalla harvennus on systemaattista ja ajourien välistä harvennetaan huomioiden metsänhoidollinen näkökulma. Valikoivassa harvennuksessa poistetaan puustoa mm. puulajin, terveydentilan, laadun ja puun koon mukaan. Reunavyöhyke on ajouraan rajoittuva tila, jossa kasvatettavassa puustossa on havaittavissa urasta aiheutuvia kasvureaktioita. Reunavyöhyke sisältää ajouran reunapuiden lisäksi kauempana sijaitsevia ns. taustapuita, joiden kasvuun ajouralla on havaittavissa positiivisia kasvureaktioita. (Isomäki 1994, 9, 13.)

Suosittelava ajourien leveys Hyvän metsänhoidon suositusten (2006, 38) mukaan on 4,0–4,5 metriä ja ajouravälien olisi suositusten mukaan oltava vähintään 20 metriä. Korjuujälki on paljolti riippuvainen suunnittelusta. Jäävän puuston vaurioitumisriskiä voidaan vähentää suunnittelemalla ajourat riittävän leveiksi ja välttämällä jyrkkiä mutkia. Lisäksi korjuuajankohdalla on merkitystä, koska kesällä puustovaurioita syntyy talvikorjuuta helpommin ja kesäkorjuussa syntyneet puustovauriot ovat myös

kooltaan suurempia. Kesäaikaista korjuuta tulisi välttää heikosti kantavilla mailla ja kuusikoissa vaurioiden välttämiseksi. (Kokko & Sirén 1996, 19.)

3.2 Lainsäädännön ja sertifiointin näkökanta korjuujälkeen

3.2.1 Lainsäädäntö

Kasvatushakkuu täytyy tehdä metsälain mukaan niin, että edistetään jäljelle jäävän puuston kasvattamista. Hakkuu on tehtävä niin, että varmistetaan riittävä kasvatuskelpoinen puusto. ”Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin kasvatushakkuussa jätettävien puiden määrästä ja puuston laadusta maan eri osissa ja erilaisilla kasvupaikoilla ottaen huomioon kasvatuskelpoisten puulajien ominaisuudet”. (Metsälaki, 1996/1093.)

”Puu katsotaan korjuun seurauksena vaurioituneeksi, kun puuaines on rikkoontunut tai puun kuori on rikki nilakerrokseen saakka yhdestä tai useammasta kohdasta yhteensä yli 12 neliösenttimetrin laajuudelta. Juurissa otetaan huomioon vain vauriot, jotka ovat enintään yhden metrin päässä rungon keskipisteestä. Alle kaksi senttimetriä paksujen juurien vaurioita ei kuitenkaan oteta huomioon”. (Maa- ja metsätalousministeriön päätös metsälain soveltamisesta, 224/1997.)

Metsälaissa ei ole erikseen mainintaa vaurioiden määrästä, joka olisi metsälaissa määritelty 18. §:n tarkoittamaksi metsärikokseksi ja metsärikkomukseksi. Korjuuvaurioitten määrä ei ole ainoa lainvalvonnan mittapuu. Oleellisin asia on, onko korjuuvaurioiden karttamiseksi ryhdytty toimenpiteisiin. Korjuuvaurioiden vähentämistoimenpiteitä ovat hakkuun ja lähikuljetuksen suunnittelu, oikean hakkuumenetelmän valinta, tarkoituksenmukainen kuljetuskalusto sekä huolellinen hakkuun ja kuljetuksen toteutus. (Kiviniemi 2006, 93.)

Kasvatushakkuihin harvennusvoimakkuudelle on asetettu lakirajat kasvupaikkatyypeittäin eri puulajeille Etelä-, Väli- ja Pohjois-Suomeen (taulukko 1). Kasvamaan jätetään ensisijaisesti hyväkasvuisia ja –laatuksia ylimpien latvuserrosten puita. Kasvatuskelpoiseen puustoon ei lueta vaurioituneita tai sairaita puita. Korjuuta varten tehdyt ajourat, ojat ja ojalinjat lasketaan metsikön pinta-alaan kasvatuskelpoisen puuston määrää mitattaessa. Taulukon mukainen kasvatuskelpoisen puuston määrä

voidaan alittaa erityisen perustellusta syystä, joka voi olla esimerkiksi maaperän kallioisuus. Tällainen erityinen syy tulee olla esitettynä metsänkäyttöilmoituksessa. (Maa- ja metsätalousministeriön päätös metsälain soveltamisesta, 224/1997.)

TAULUKKO 1. Kasvatushakkuussa kasvamaan jätettävä puusto. (MMM:n päätös metsälain soveltamisesta, 224/1997).

| Puulajivaltaisuus ja kasvupaikan laatu | Puuston valtapituus metreinä | | | | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | alle 12 | Vähintään 12 | Vähintään 14 | Vähintään 16 | Vähintään 18 | Vähintään 20 | Vähintään 22 |
| | Runkoluku, kpl/ha | Pohjapinta-ala, m ² /ha | | | | | |
| 1 Etelä- ja Väli-Suomi | 800 | 10 | 12 | 14 | 15 | 16 | 16 |
| Pohjois-Suomi | 700 | 9 | 11 | 13 | 14 | 14 | - |
| 2 Etelä-Suomi | 800 | 9 | 11 | 13 | 15 | 15 | 15 |
| Väli-Suomi | 700 | 9 | 11 | 13 | 14 | 14 | 14 |
| Pohjois-Suomi | 700 | 8 | 10 | 12 | 12 | 12 | - |
| 3 Etelä- ja Väli-Suomi | 800 | 9 | 11 | 12 | 13 | 13 | - |
| Pohjois-Suomi | 700 | 8 | 10 | 11 | 11 | 11 | - |
| 4 Etelä- ja Väli-Suomi | 700 | 8 | 9 | 10 | 10 | 10 | - |
| Pohjois-Suomi | 600 | 7 | 9 | 9 | 9 | - | - |
| 5 Etelä- ja Väli-Suomi | 600 | - | 7 | 9 | 11 | 12 | - |
| Pohjois-Suomi | 500 | - | 7 | 9 | 10 | - | - |
| 6 Etelä- ja Väli-Suomi | 700 | - | 7 | 9 | 10 | 10 | - |
| Pohjois-Suomi | 600 | - | 7 | 9 | 10 | - | - |

Taulukon riviotsikot:

- 1: kuusivaltaiset metsiköt lehtomaisella kankaalla
- 2: mänty- ja kuusivaltaiset metsiköt tuoreella kankaalla
- 3: mäntyvaltaiset metsiköt kuivahkolla kankaalla
- 4: mäntyvaltaiset metsiköt kuivalla kankaalla
- 5: rauduskoivuvaltaiset metsiköt tuoreella kankaalla tai sitä ravinteikkaammalla kankaalla
- 6: hieskoivuvaltaiset metsiköt tuoreella kankaalla tai sitä ravinteikkaammalla kankaalla

3.2.2 Sertifiointi

Suomessa on käytössä kansallinen metsäsertifiointijärjestelmä FFCS (Finnish Forest Certification System), joka on kansainvälisen PEFC-sertifiointiorganisaation (Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes) hyväksymä. Suomessa metsiä on sertifioitu 95 prosenttia pinta-alasta eli 22 miljoonaa hehtaaria. (Kiviniemi 2006, 148.)

Kiviniemi (2006, 147) määrittelee sertifiointin seuraavasti: ”Elinkeinonharjoittaja voi yksin tai yhdessä muiden tahojen kanssa laatia jollekin menetelmälle, palvelulle tai tuotteelle normiston ja palkata ulkopuolisen tahon antamaan todistuksen siitä, että normistoa noudatetaan”.

PEFC-järjestelmä asettaa metsäkeskuksen ja metsänhoitoyhdistyksen tasolla ryhmäsertifiointin kriteerit. Kriteerejä on vuonna 2009 hyväksytyssä standartissa (PEFC FI 1002:2009) yhteensä 29, joista kriteeri 3 antaa normit korjuujäljelle. (Ryhmäsertifiointin kriteerit metsäkeskuksen tai metsänhoitoyhdistyksen toimialueen tasolla 2009, 1–2.)

PEFC-metsäsertifiointikriteerissä 3 ”Puuston terveydestä huolehditaan” mainitaan: ”Puunkorjuussa vältetään kasvamaan jäävän puuston vahingoittamista sekä puuston kasvuolosuhteita heikentäviä maastovaurioita”. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että vaurioituneiden puiden keskimääräinen osuus aines- ja energiapuuharvennuksissa on enintään 4 prosenttia kasvamaan jätetyistä puista. Harvennuksissa koneiden aikaansaamien urapainaumien keskimääräinen osuus on myös enintään 4 prosenttia ajourien pituudesta. Urapainaumien ja vaurioituneiden puiden osuus lasketaan vuosittain 5 edellisen vuoden tarkastustulosten liukuvana keskiarvona. (Ryhmäsertifiointin kriteerit metsäkeskuksen tai metsänhoitoyhdistyksen toimialueen tasolla 2009, 14.)

3.3 Korjuujäljen seurausvaikutukset

3.3.1 Huonon korjuujäljen seuraukset

Kokko ja Sirén (1996, 22) ovat tutkimuksissaan todenneet, että huono korjuujälki voi aiheuttaa kasvatettavaan puustoon kasvutappioita, laatutappioita ja sekundäärituhoja. Muun muassa ajourat, ajourapainauumat ja puustovauriot aiheuttavat kasvutappioita. Laatutappiot ilmenevät puustovaurioissa lahoutumisen tai koroutumisen seurauksena. Sekundäärituhoilla tarkoitetaan hyönteis-, tuuli- ja lumituhoja. Vaurioiden heikentämät puut ovat alttiita tuhohyönteisille ja juurivaurioiset puut taas myrskytuhoille. Kesäaikaisten harvennusten juurikäpäriski kuuluu myös sekundäärivaikutuksiin. Lisäksi tuuli- ja lumituhoriskiä lisää harvennusvoimakkuuden kasvu.

Hyvän metsänhoidon suositusten (2006, 38) mukaan tuhosienten ja -hyönteisten iskeytyminen kasvavaan puustoon tulisi estää hyvällä hakkuun ja metsäkuljetuksen suunnittelulla siten, ettei jäävää puustoa ja maaperää vaurioitettaisi. Kesäaikainen korjuu, metsikön ylitiehyys ja korjuuvauriot lisäävät sienitautien riskiä. Sitä vastoin vaurioiden syntymistä voidaan torjua oikealla konevalinnalla, korjuuajankohdalla, alikasvoksen ennakkoraivauksella ja huolellisella työllä.

3.3.2 Puustovaurioiden aiheuttamat kasvutappiot

Puustovauriot häiritsevät ravinteiden ja veden kulkua juuriston ja latvuston välillä, mikä taas aiheuttaa kasvutappiota. Se kuinka suuri kasvutappio on riippuu vaurion syvyydestä ja koosta. Männyllä kasvutappion suuruuteen vaikuttaa vaurion pinta-ala, leveys ja osuus rungon ympärysmistä. Tutkimuksissa on todettu juureniskavaurioilla olevan suurempi merkitys puun kasvuun kuin runkovaurioilla. Selittävänä tekijänä toimii se, että juureniskassa sijaitsevien vaurioiden koko on todettu olevan keskimääräisesti suurempi. Mitä korkeammalla männyssä vauriot ovat, sitä suuremmat ovat runkovaurioiden aiheuttamat kasvutappiot. Männyllä vaurioituminen vaikuttaa selvästi enemmän paksuuskasvuun kuin pituuskasvuun. (Kokko & Sirén 1996, 33.)

Kuusella, toisin kuin männyllä, on todettu vaurioitumisen vähentävän sekä läpimitan että pituuden kasvua. Kuusella vaurion syvyys ja erityisesti leveys vaikuttavat eniten paksuuskasvuun, koska ravinteiden kulun häiriintyminen on suoraan riippuvainen vaurion leveydestä. Vaurion leveyden kasvaessa myös pituuskasvu heikkenee. Tutkimustulosten perusteella nähdään, että vaurioiden aiheuttamien kasvutappioiden suuruuteen vaikuttaa vaurion koko, laatu ja sijainti. (Kokko & Sirén 1996, 34.)

Eri tutkimuksissa on todettu männyllä olevan vähäinen ja kuusella suuri lahoherkkyys kun puustovaurio syntyy. Koivulla lahoutumisriski on suunnilleen samaa luokkaa kuusen kanssa. Lahoutuminen aiheuttaa puussa laadun heikkenemistä, jonka takia puu luokitellaan kuitupuuksi tai markkinakelvottomaksi raakiksi. Tyvilahoa aiheuttava juurikäpä (*Heterobasidion annosum*) on vanhojen kuusikoiden yleisin lahottaja, joka leviää valtaosin juuriston välityksellä ja kaatopinnoista. Juurikäpä tarttuu puuhun tutkimusten mukaan useimmin juurenniskavauriosta kuin runkovauriosta. Tyvilahoriski nousee selvästi kesäaikaisessa puunkorjuussa sen kantolevinneisyyden vuoksi. (Kokko & Sirén 1996, 35–36.)

Kuusen lahoutumisriskistä kertoo myös se, että vaurioituminen korjuussa johtaa lähes aina lahon syntyyn. Yksi tärkein lahoamisen alkamiseen vaikuttava tekijä on vaurion laatu ja toiseksi koko eli mitä suurempi ja syvempi vaurio syntyy, sitä varmemmin laho syntyy. Lahon etenemisnopeuteen vaikuttavat aivan samat tekijät kuin lahon syntyynkin. Edellä mainittujen tekijöiden lisäksi näitä ovat sijainti sekä myös vaurioitumisajankohta. Nopeammin laho etenee pystysuunnassa, jolloin se voi edetä puussa 10–35 cm vuodessa. Kuusella lahoaminen etenee hieman nopeammin juurivauriosta kuin runkovauriosta. Tutkimuksissa on todettu männyllä vaurioitumisen aiheuttavan puuaineksen voimakkaaseen pihkoittumiseen ja sinistymiseen. Mänty pystyy voimakkaalla pihkanerityksellään eristämään vauriokohdan ja näin isommat vauriot jäävät syntymättä. Taloudellisia tappioita metsänomistajille muodostuu koroista, jotka syntyvät suurista syvävaurioista. Koivu on kuusen tapaan lahoherkkä, joten laho etenee siinä yhtä tai jopa nopeammin kuin kuusessa. (Kokko & Sirén 1996, 36–43.)

3.3.3 Ajouran aiheuttamat kasvutappiot

Nykyaikaiseen koneelliseen harvennukseen kuuluvat tiukasti ajourat, joiden kokonaisvaikutus koostuu kahdesta erisuuntaisista asioista: kasvutappiosta ja ajouran reunavaikutuksesta. Kasvutappioita aiheutuu mm. osasta puuntuotannon ulkopuolelle jäävästä ajoura-aukosta sekä ajouran takia poistettavista metsänhoidollisesti laadukkaista puista. Ajouran aiheuttama reunavaikutus kompensoi ajouran aiheuttamaa kasvutappiota. Reunavaikutuksella tarkoitetaan kasvunlisäystä ja runkomuodon muutoksia ajouran läheisyydessä kasvavilla puilla. Ajouran läheisyydessä reunapuilla on käytössään enemmän valoa, ravinteita ja kasvutilaa. (Kokko & Sirén 1996, 22–23.)

Reunavaikutusta havaitaan myös reunapuiden takana kolmen metrin vyöhykkeellä ajouran reunasta laskettuna eli niin sanotuissa taustavyöhykkeen puissa. Reunavaikutus ei pysty täysin korvaamaan ajourista aiheutuvaa kasvutappiota. Sen takia ajouran reunapuusto olisi hyvä jättää muuta puustoa tiheämmäksi, jolloin kasvutappiota saataisiin pienennettyä. Liian harvaksi harvennettu puusto ei pysty käyttämään parantuneita kasvutekijöitä täydellisesti hyväkseen. Sama tilanne tulee vastaan, jos myös ajoura tehdään liian leveäksi. Koko ajoura-aukosta johtuvan kasvutappion kestoajaksi on arvioitu tutkimuksissa 15–20 vuotta, minkä aikana reunapuusto kykenee ottamaan vapautuvan tilan täydellisesti käyttöönsä. (Kokko & Sirén 1996, 23–24, 26.)

Tutkimuksen mukaan ensiharvennusmänniköissä ajouran takia kasvatuskelpoisten puiden määrä pienenee jonkin verran. Jäävän ja poistettavan puuston tekniseen laatuun ja laatuoluokkajakaumaan ajouralla on vähäinen vaikutus. Ajouran takia kasvatuskelpoisten puiden määrän pienenemistä voidaan vähentää ajourien huolellisella suunnittelulla eli muun muassa suuntaamisella. (Stöd ym. 2003, 439, 460, 462.)

3.3.4 Ajourapainaumien aiheuttamat kasvutappiot

Korjuuta tekevät metsäkoneet aiheuttavat maaperän tiivistymistä ja painaumia, jotka voivat vaurioittaa puiden juuria. Keskeisin syy kasvutappioiden syntyyn maaperävaurioissa on hienojuuriston vaurioituminen. Ajourapainaumien on arvioitu

aiheuttavan kasvutappioita, joiden kesto aika on 5–10 vuotta. Juuristovaurioiden ja maaperän tiivistymisen on todettu olevan todennäköisin syy kasvutappioihin. Selittävinä tekijöinä maaperän tiivistymisessä ovat juuriston kasvun estyminen ja puun ja sienijuuren symbioosin vaikeutuminen. Puulle hienoitujuuret ovat tärkeitä, koska niiden ravinnonotosta huolehtivat pääasiassa alle 1 mm:n läpimittaiset juuret. (Kokko & Sirén 1996, 27–29.)

Kokon ja Sirénin (1996, 29) mukaan männyllä ja kuusella hienoitujuurista 50–70 % sijaitsee humuskerroksessa. Yleisesti ottaen pääosa juuristosta sijaitsee lähellä maanpintaa, joten juurten vaurioitumisriski on hakkuun yhteydessä suuri. Tutkimuksissa on todettu kuusella olevan suppeampi ja pinnallisempi juuristo kuin männyllä. Yhtenä tekijänä, joka vaikuttaa juuriston rakenteeseen, on kasvupaikan ravinteisuus. Ravinteisuus on kuusen kasvupaikalla suurempi kuin vastaavasti männyllä. Eri tutkimusten mukaan juurivauriot, jotka ovat yli 100 cm:n etäisyydellä rungosta ovat lahoutumisen kannalta merkityksettömiä, mutta kasvutappioita nämä yli 100 cm:n etäisyydellä sijaitsevat juurivauriot todennäköisesti aiheuttavat (Kokko & Sirén 1996, 29; Korjuujälki harvennushakkuussa–opas 2003, 16).

Kasvutappion suuruus juuristovaurioisissa puissa riippuu monesta tekijästä, kuten puulajista, kasvupaikan puuntuotoskyvystä ja altistuvan juuriston osuudesta. Kuusella vähäininkin maaperän ja juuriston vaurioituminen aiheuttaa kasvun hidastumista huonoilla kasvupaikoilla, kun taas ravinteikkaimmilla kasvupaikoilla seuraukset ovat kuusella pienempiä. Männyllä vastaavasti kasvutappiot ovat pienempiä huonoillakin kasvupaikoilla kuuseen verrattuna. (Kokko & Sirén 1996, 32.)

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Laskenta ja kokonaisarvostelu

Tulosten laskenta on tehty Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelmalla. Samalla ohjelmalla on luotu lisäksi kaikki tutkimuksessa esitetyt kaaviot. Tuloksia on tarkasteltu pääasiassa harvennustavoittain ja paikkakunnittain. Tulokset on eroteltu myös pääpuulajeittain ja kasvupaikka-tyypeittäin. Kokonaisarvostelu suoritettiin

taulukossa 2 olevan maastotarkastusten ohjeiden (2011) arvostelutaulukon mukaan, jotka ovat metsätalouden kehittämiskeskus Tapion tekemät.

TAULUKKO 2. Korjuujäljen arvostelusapluuna (Maastotarkastusten ohjeet 2011, Tapio).

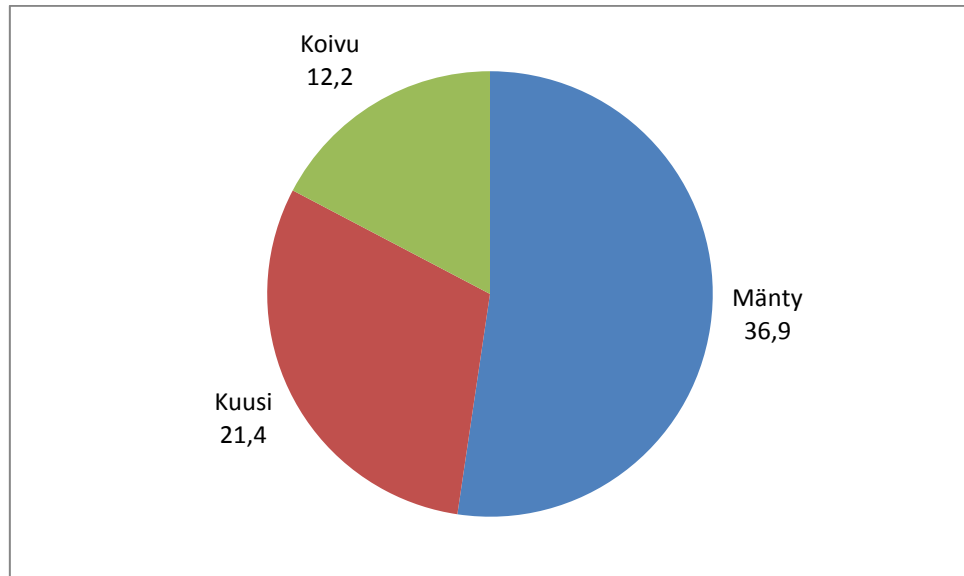
| Arvosana | Pohjapinta-ala / Runkoluku | Ajouraväli | Ajouraleveys | Puustovauriot | Maastovauriot | Kokonaisarvosana |
|-----------------------|--|------------------|--|---------------|---------------------------------------|---|
| hyvä | harvennusmallin mukainen | 19 m tai enemmän | 46 dm tai alle (turvemilla 51 dm tai alle) | 4 % tai alle | 4 % tai alle (rämeillä 10 % tai alle) | Kaikki tunnukset hyviä. |
| huomautettavaa | suositustiheyden ylärajaa tiheämpi tai alarajaa harvempi | alle 19 m | yli 46 dm (turvemilla yli 51 dm) | yli 4 % | yli 4 % (rämeillä yli 10 %) | Huomautettavaa yhdessäkin tunnuksessa. |
| virheellinen | alle lakirajan | - | - | yli 15 % | yli 15 % (rämeillä 20 % tai enemmän) | Puuston tiheys alle lakirajan tai puustovaurioita liikaa tai maastovaurioita liikaa. |

4.2 Kohteiden valinta

Työn tavoitteena oli tutkia Metsänhoitoyhdistys Järvi-Savon alueen hankinta- ja korjuupalvelun korjuujäljen laatua. Työ rajattiin siten, että kohteena olivat vain koneellisesti harvennetut kohteet. Tarkasteltavana olivat 1.9.2010 – 31.3.2011 suoritettut harvennukset. Tarkastettavat kohteet valittiin ositetulla otannalla, jossa korjuuyrittäjät olivat ositteita. Korjuuyrittäjiä tässä tutkimuksessa oli mukana 14, joista jokaiselta yrittäjältä valittiin satunnaisesti 3 tarkastettavaa kohdetta. Tutkimuksen laajuudeksi tuli 42 eri harvennuskohdetta neljän kunnan alueelta. Mukana oli ensiharvennusten lisäksi myös myöhempiä harvennuksia. Kohteiden maastomittaukset suoritettiin kesän 2011 aikana. Energiapuuharvennus kohteita tähän tutkimukseen ei otettu. Kohteita valittaessa ulkopuolelle jätettiin alle 0,5 hehtaarin kokoiset kuviot ja kohteet, jotka olivat saarissa, kohteiden saavutettavuuden tai käytännön mittaustyön vuoksi.

Tutkittavat kohteet sijaitsivat Mikkelin, Hirvensalmen, Pertunmaan ja Joutsan kuntien alueilla. Mikkelissä sijaitsi kohteita 18 kappaletta, Hirvensalmella 9 kappaletta, Pertunmaalla 9 kappaletta ja Joutsassa 6 kappaletta. 42 kohteesta 16 oli kesäkorjuukohteita ja loput 26 talvikorjuukohteita. Tarkasteltavien kohteiden kokonaispinta-ala oli 70,5 hehtaaria ja keskimääräinen kuvion koko oli 1,7 hehtaaria. Yksittäiset pinta-alat vaihtelivat 0,5 hehtaarista 5 hehtaariin. Turvemaita ja kivennäismaita tässä tutkimuksessa ei verrata, koska turvemaakohteita on niin vähän.

Vertailu ei antaisi luotettavaa kuvaa tilanteesta. Kohteista 18 kappaletta oli ennakkoraivattu ja loput 24 kohdetta oli raivaamatta tai raivaustarvetta ei ollut.

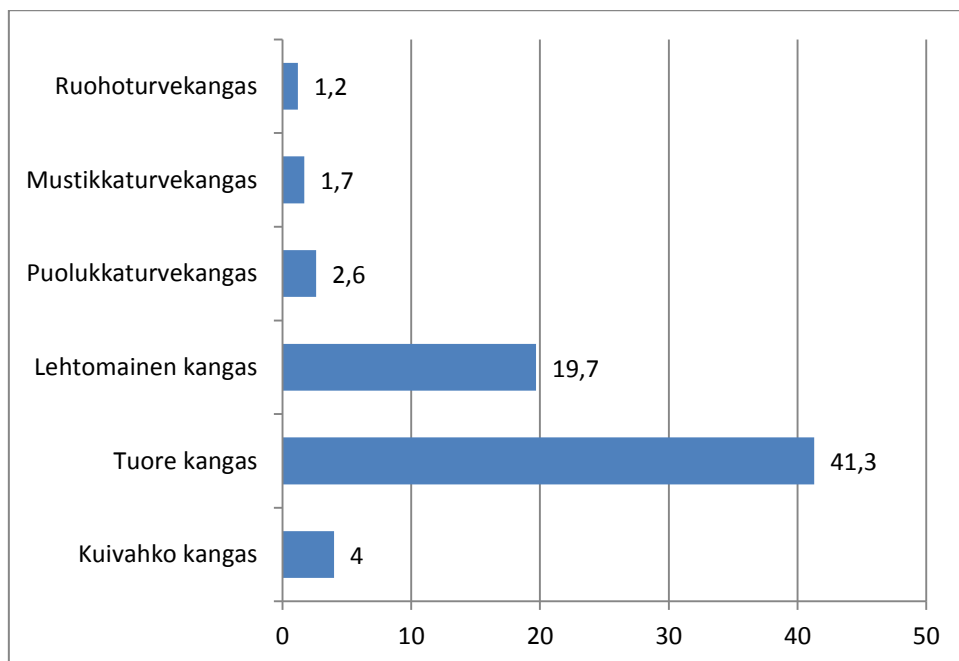


KUVIO 2. Aineiston jakautuminen pääpuulajeittain hehtaareina.

Männiköitä otantaan tuli 18 kuviota, joiden pinta-ala on yhteensä 36,9 hehtaaria (52 %) (kuvio 2). Männiköistä yhdeksän kohdetta on tuoreella kankaalla ja yksi mustikkaturvekankaalla. Kolme kuvioista on kuivahkolla kankaalla ja yksi puolukkaturvekankaalla. Männiköitä sijaitsi myös neljä kuviota lehtomaisella kankaalla. Männiköiden runkoluvun keskiarvo on 817 runkoa hehtaarilla.

Kuusikoita otantaan tuli 17 kuviota, joiden pinta-ala on yhteensä 21,4 hehtaaria (31 %) (kuvio 2). Kuusikoista kaksitoista kohdetta on tuoreella kankaalla ja yksi mustikkaturvekankaalla. Neljä kohdetta on lehtomaisella kankaalla. Kuusikoiden runkoluvun keskiarvo on 736 runkoa hehtaarilla.

Koivikoita otantaan tuli 7 kuviota, joiden pinta-alaksi muodostui 12,2 hehtaaria (17 %) (kuvio 2). Koivikoista yksi kohde on tuoreella kankaalla ja viisi kohdetta sijaitsevat lehtomaisella kankaalla. Kohteista yksi on ruohoturvekankaalla. Koivikoiden runkoluvun keskiarvo on 536 runkoa hehtaarilla. Kuvassa 4 aineisto on jaoteltu kasvupaikoittain.



KUVIO 3. Aineisto kasvupaikkatyypeittäin hehtaareina.

4.3 Jälki-inventointimenetelmä

Tässä työssä on käytetty Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion kehittämää ja maa- ja metsätalousministeriön hyväksymää mittausmenetelmää sen takia, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia muihin samalla menetelmällä mitattuihin mittausaineistoihin. Kyseisessä menetelmässä mittaukset suoritetaan vasta puiden kaatamisen ja metsäkuljetuksen jälkeen.

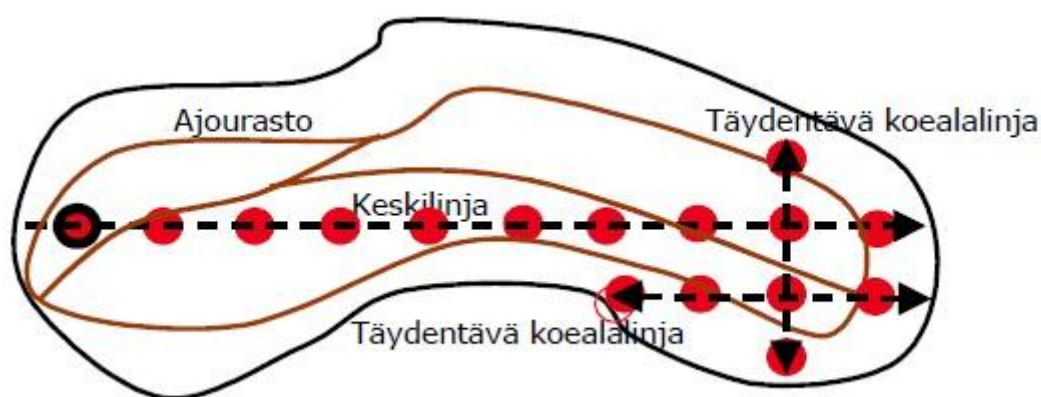
4.3.1 Koealat

Menetelmä perustuu kuvioittaiseen arviointiin, jossa jokaiselle kuviolle tehdään omat mittaukset (Äijälä 2003, 1). Ennen varsinaisia mittauksia määritetään mitattavan alueen pisimmän halkaisijan muodostama keskilinja (kuva 2), jolle noin kymmenen koealaa tulevat. Mikäli metsänhoitosuosituksen tai metsälain asettamien vaatimusten toteutumisesta ei saada keskilinjan perusteella varmuutta, jatketaan koealamittauksia. Tällaisessa tapauksessa linjalta arvotaan koeala, jonka kautta osoitetaan toinen koealalinja kohtisuoraan ensimmäistä linjaa vasten. Lisäksi uuden linjan koealoista arvotaan yksi, jonka kautta vedetään alkuperäisen keskilinjan suuntainen koealalinja. (Korjuujälki harvennushakkuussa –opas 2003, 30.) Koealaväli voidaan määrittää taulukon 3 mukaisesti.

TAULUKKO 3. Koeala- ja linjävälitaulukko (Äijälä 2003, 2).

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Pienin p-a, ha | 0 | 0,69 | 1,21 | 1,89 | 2,71 | 3,69 | 4,81 | 6,09 | 7,51 | 9,09 | 10,8 | 12,7 | 14,7 |
| | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Suurin p-a, ha | 0,68 | 1,2 | 1,88 | 2,7 | 3,68 | 4,8 | 6,08 | 7,5 | 9,08 | 10,8 | 12,7 | 14,7 | 16,9 |
| Linja ja koealaväli, | 12 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 |

Ensimmäinen koeala sijoitetaan puolen koealavälin päähän keskilinja aloituspisteestä. Jokaisesta koealapisteestä mitataan kasvatettavan puuston pohjapinta-ala, runkoluku puulajeittain, poistuma kannoista, valtapituus koealan paksuimmasta puusta ja keskiläpimitta. Juuri- ja runkovauriot tarkastetaan ympyräkoealan kaikista puista tarkasti. (Korjuujälki harvennushakkuussa –opas 2003, 30.)

**KUVA 2. Koealalinjojen ja koealan sijoittelu kuviolle (Äijälä 2003, 3).**

Myöhemmissä harvennuksissa runkoluku on luettu 5,64 metrin säteisiltä ympyräkoealoilta, jolloin koealakerroin on 100. Ensiharvennuksissa on käytetty 3,99 metrin sädettä, jolloin koealakerroin on 200. Ympyräkoealan kaikki puut tarkastetaan mahdollisimman tarkasti alhaalta ylös mahdollisten runko- ja juurivaurioiden havaitsemiseksi. Poistumaan luetaan vähintään 11 cm:n läpimittaiset kannot. Koealoista ensimmäiseltä ja viimeiseltä pohjapinta-ala jätetään mittaamatta, jos on syytä epäillä, että pohjapinta-alaan on tulossa puustoa viereiseltä kuviolta. (Äijälä 2003, 2.)

4.3.2 Puustovauriot

Runkovaurio on juurenniskan yläpuolella sijaitseva vaurio, joka katsotaan vaurioksi, jos rungon kuori on rikki nilakerrokseen asti tai useammasta kohdasta yhteensä yli 12

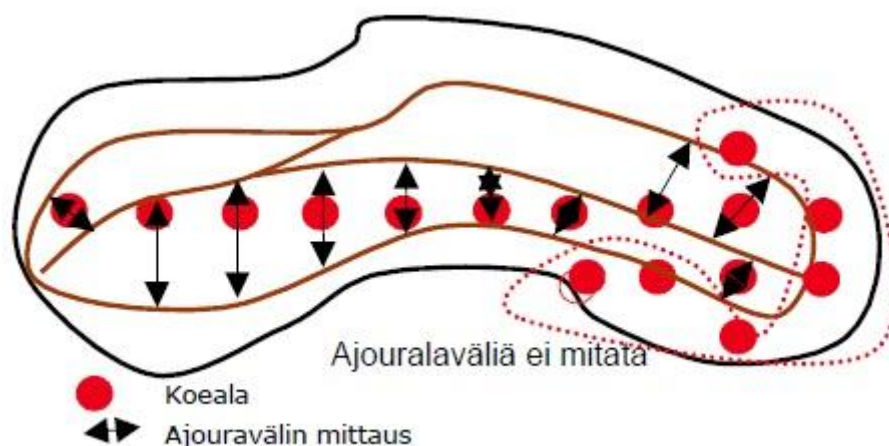
neliösenttimetrin laajuudelta ja puuaineen pintaa on samalla paljastunut yli yksi neliösenttimetri. Niin sanottu syvävaurio katsotaan aina vaurioksi eli silloin puuainetta on rikkoutunut. Runkovaurioksi katsotaan myös kuoren rikkonut viilto tai viillot, joiden yhteenlaskettu pituus on yli 50 senttimetriä. (Korjuujälki harvennushakkuussa – opas 2003, 22.)

Juurivaurio on juurenniskan alapuolella tai juuressa sijaitseva vaurio, joka katsotaan vaurioituneeksi, jos yli 2 senttimetriä paksut juuret ovat rikkoutuneet enintään 1 metrin päässä rungon keskilinjasta. Muuten vaurion tunnusmerkit ovat aivan samat kuten runkovauriossa. (Korjuujälki harvennushakkuussa – opas 2003, 22.)

4.3.3 Ajouraväli ja -leveys

Korjuujäljen tarkastuksissa ajouraväli ja -leveys mitataan, kun runkoluku on yli 600 kpl/ha tai kun runkoluvun olisi käytettävän harvennusmallin mukaan tullut olla yli sen. Tämän lisäksi ajouraverkoston tulee olla kuviolla osittain tai kokonaan uusi. Tämän tutkimuksen otannassa olevassa kuviojoukossa kaikilta ei ole mitattu ajouraväliä ja -leveyttä, koska kaikki vaatimukset eivät täyty. Ajouraväli mitataan siten, että lyhin suora kulkee koealan keskipisteen kautta molemmin puolin kulkevien rinnakkaisten ajourien raiteiden keskikohtien välillä. (Maastotarkastusten ohjeet 2011; Äijälä 2003, 3.)

Ajouraverkoston risteysalueilla ja niiden läheisyydessä käytetään seuraavia periaatteita. Jos koeala sijoittuu Y-risteykseen, niin ajouraväli mitataan koealan sijainnista riippumatta. Pistourien ja ajouran väliltä uraväliä ei mitata. Muodostuneissa kaarteissa ajouraväli mitataan sopivista kohdista. Ajouraväliä ei mitata, jos koealan keskipiste osuu reunimmaisen ajouran ja kuvion rajan välille (kuva 3). Ajouraväli suositus on yli 20 metriä. (Korjuujälki harvennushakkuussa – opas 2003, 18; Äijälä 2003, 3.)



KUVA 3. Ajouravälin mittausta (Äijälä 2003, 3).

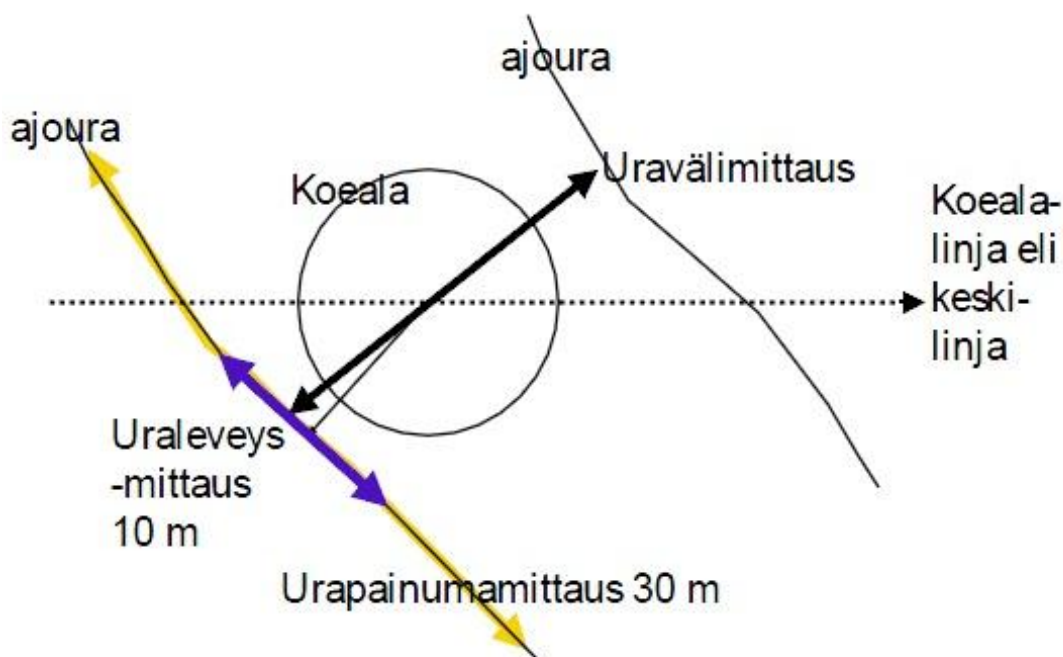
Ajouraleveydellä tarkoitetaan ajouraa reunustavien lähimpien puiden kylkien etäisyyttä uran keskelle. Mittausten lähtöpiste on koealan keskipistettä lähimpänä sijaitseva ajouran raiteiden keskikohta, jonka molemmiin puolin rajataan 5 metrin (yht. 10 m) matka uralla. Täältä 10 metrin matkalta mitataan uran oikealta sekä vasemmalta lähimpien puiden etäisyydet ajouran keskilinjaan. Leveys saadaan laskemalla nämä kaksi etäisyyttä yhteen. Leimikon ajouraleveys saadaan laskemalla mitattujen lukujen keskiarvo. (Korjuujälki harvennushakkuussa –opas 2003, 24; Äijälä 2003, 3.)

Risteyksessä ajouraleveyden mittausta suoritetaan siinä haarassa, jonka suunta on lähinnä sen uran suuntaa, jolta mittausta aloitettiin. Luontaisen aukon kohdalla uraleveys jätetään mittaamatta. Ajouraleveyden tavoite on 4,0–4,5 metriä. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006, 38; Äijälä 2003, 3.)

4.3.4 Ajourapainauumat

Ajourapainauumia mitataan yleisimmin kahdella tapaa. Niitä ovat joko painauman keskimääräisenä syvyytenä tai kuten tässä tutkimuksessa yli 10 cm syvyisen painauman prosenttiosuutena ajourien määrästä. Painaumaksi katsotaan yli 10 cm:n painuma maanpinnan tasosta mitattuna. Maanpinnan tasona ja mittausten lähtötasona on kivennäismaan pinta tai sammalkerroksen alareuna turvemailla. Niin sanottua ”palautuvaa painumista” ei oteta ollenkaan urapainaumana. Maanpinnan rikkoutuminen yli 50 senttimetriä pitkän matkalta luetaan urapainaumaksi. Alle 50 senttimetrisiä kuoppia ei lueta painaumiksi. (Korjuujälki harvennushakkuussa –opas 2003, 25; Uusitalo 2003, 92.)

Mittausten lähtöpiste on koealan keskipistettä lähimpänä sijaitseva ajouran raiteiden keskikohta, jonka molemmin puolin rajataan 15 metrin (yht. 30 m) matka uralla (kuva 4). Urapainaumien enimmäistavoite on 4 prosenttia ajourien pituudesta. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006, 38; Äijälä 2003, 3.)



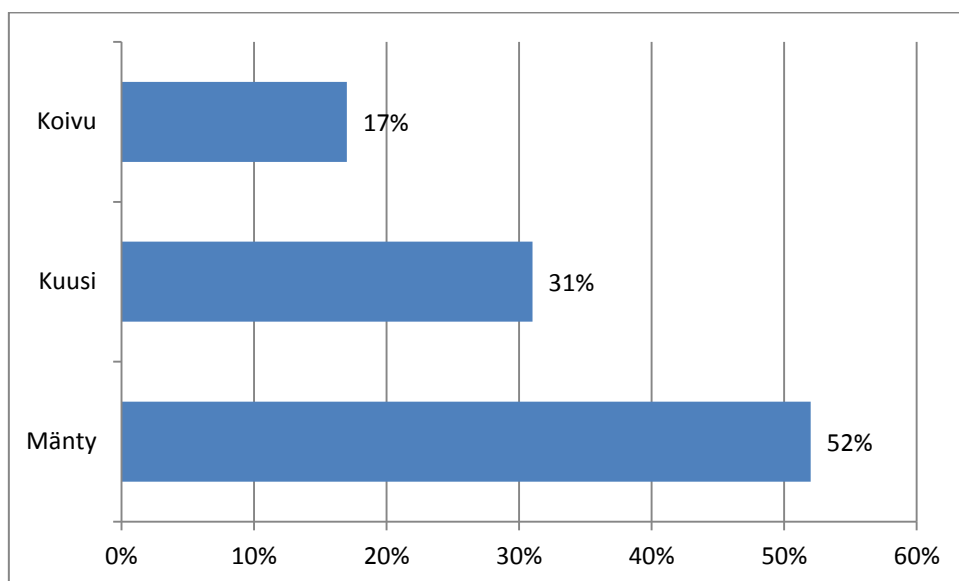
KUVA 4. Uratunnusten mittaus (Äijälä 2003, 3).

5 TULOKSET

5.1 Koko aineisto

5.1.1 Tutkimusaineiston jakautuminen

Tutkimusaineistona toimi 42 koneellisesti tehtyä harvennusta, jotka on tehty ajanjaksolla 1.9.2010–31.3.2011. Tarkat mittaustiedot löytyvät liitteestä 1. Aineisto jakaantui pääpuulajeittain ja ensiharvennuksiin sekä muihin harvennuksiin kuvion 4 ja taulukon 4 mukaisesti. Paikkakunnittain Joutsasta tarkastettiin 5 ensiharvennusta ja 1 muu harvennus, Pertunmaalta tarkastettiin 7 ensiharvennusta ja 2 muuta harvennusta, Hirvensalmelta tarkastettiin 5 ensiharvennusta ja 4 muuta harvennusta sekä Mikkelistä tarkastettiin 11 ensiharvennusta ja 7 muuta harvennusta.



KUVIO 4. Aineiston jakautuminen pääpuulajeittain prosentteina hehtaarimäärästä.

TAULUKKO 4. Aineiston jakautuminen harvennustavoittain.

| Harvennustapa | Pinta-ala (ha) | Osuus (%) |
|---------------|----------------|-----------|
| Ensiharvennus | 54,4 | 77,2 |
| Muu harvennus | 16,1 | 22,8 |

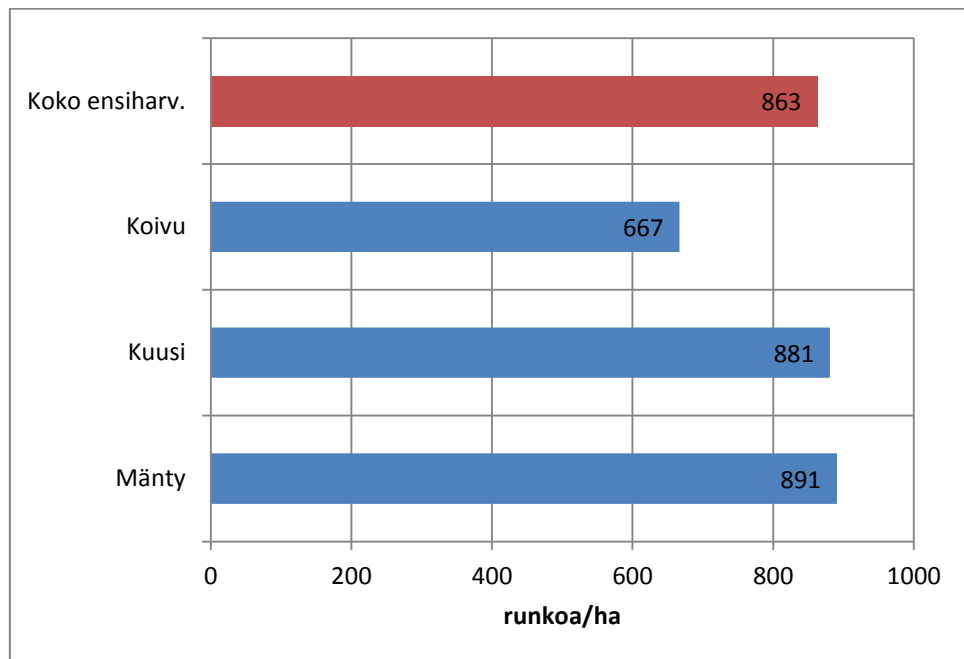
Tarkastetut kuviot jaettiin kangasmaihin tai turvemaihin. Turvemaita otantaan osui ainoastaan neljä kappaletta, joten turvemaita ei tarkastella tämän takia erikseen. Turvemaiden yhteispinta-alaksi tuli 5,5 hehtaaria. Tarkastetuilta kuvioilta tarkastettiin myös kasvupaikkatyyppi (kuvio 3).

5.1.2 Harvennusvoimakkuus

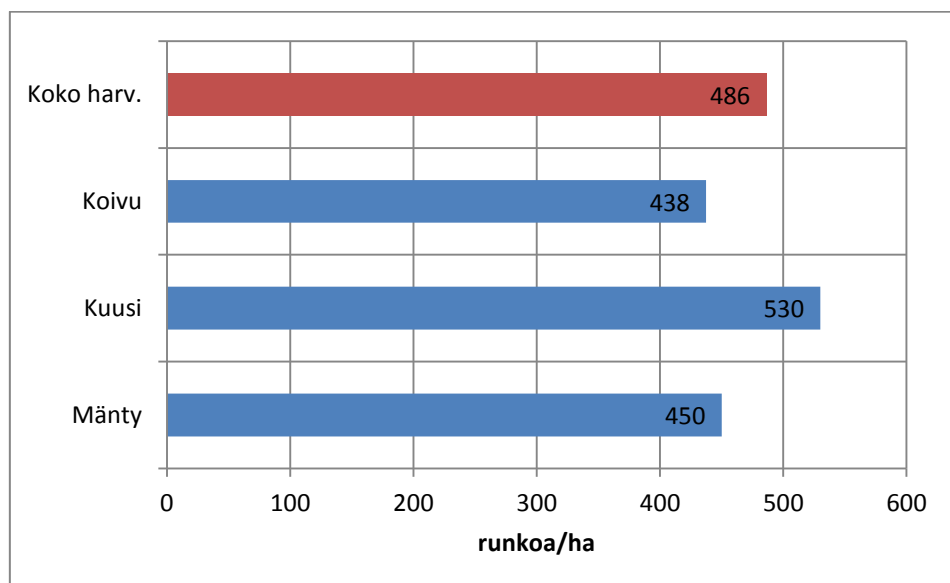
Tutkituilla kohteilla otettiin ylös korjuussa poistettujen yli 11 cm halkaisijaltaan olevien kantojen lukumäärä koealoittain. Koealoilla mitattujen kantojen avulla voitiin laskea harvennushakkuiden poistuma. Keskimääräiset jäävän puuston määrät voitiin laskea koealoilla puulajeittain kirjattujen kasvatettavien puiden määrän avulla.

Kuvista 10 ja 11 käyvät ilmi harvennusten runkolukujen keskiarvot eriteltynä männiköihin, kuusikoihin ja koivikoihin. Ensiharvennuksissa männiköiden keskimääräinen runkoluku on noin 890 runkoa hehtaarilla, kuusikoiden keskimääräinen runkoluku on noin 880 runkoa hehtaarilla ja koivikoissa runkolukujen

keskiarvo on noin 670 runkoa hehtaarilla. Ensiharvennusten runkolukujen keskiarvo koko otantajoukossa on noin 860 runkoa hehtaarilla. Myöhempien harvennusten vastaavat runkolukujen keskiarvot ovat seuraavat: Männiköissä 450 runkoa hehtaarilla, kuusikoissa 530 runkoa hehtaarilla ja koivikoissa noin 440 runkoa hehtaarilla. Myöhempien harvennusten koko otantajoukon runkolukujen keskiarvo on noin 490 runkoa hehtaarilla.



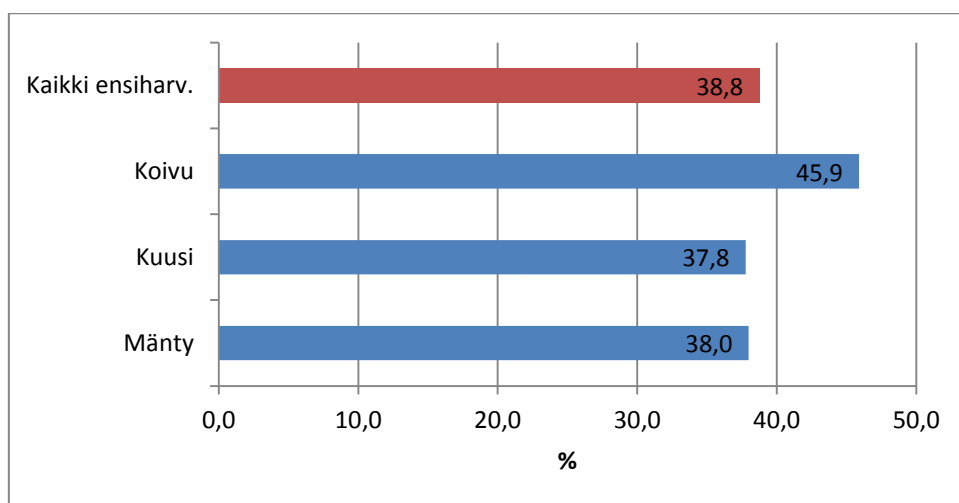
KUVIO 5. Runkolukujen keskiarvo pääpuulajeittain ensiharvennuksissa.



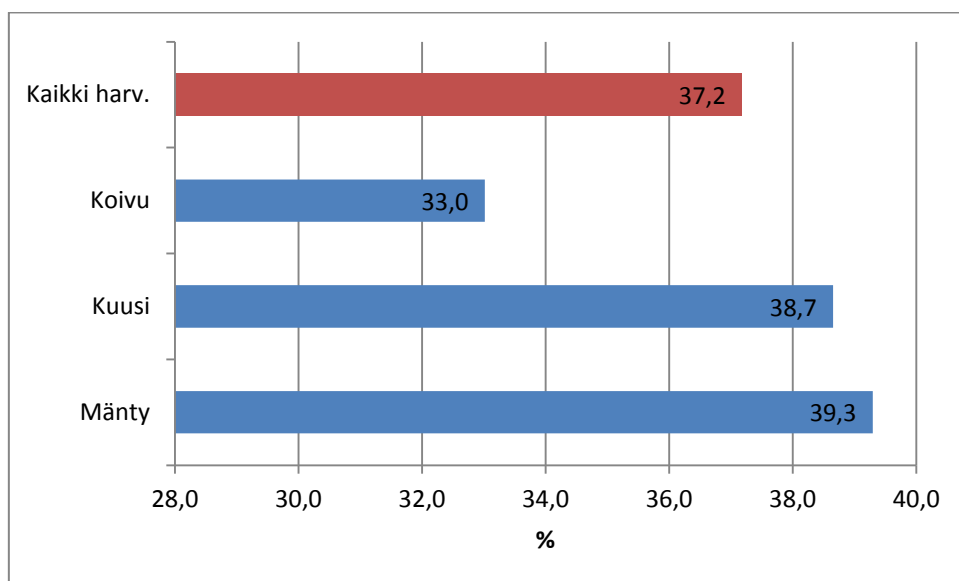
KUVIO 6. Runkolukujen keskiarvo pääpuulajeittain myöhemmissä harvennuksissa.

Runkolukujen keskimääräinen poikkeama keskiarvosta, eli keskihajonta, on ensiharvennuksissa 191 runkoa. Runkolukutulosten vaihteluväli ensiharvennuksissa on suuri eli 720 runkoa hehtaarilla. Ensiharvennusten vaihteluväli muodostuu männikön suurimman ja koivikon pienimmän havaintoarvon erotuksesta. Männiköissä runkolukujen keskihajonta ja vaihteluväli on kuusikoihin verrattuna suurempi. Männiköissä keskihajonta on 202 runkoa ja vaihteluväli 640 runkoa hehtaarilla. Kuusikoissa runkolukujen keskihajonta on 164 runkoa ja vaihteluväli 500 runkoa hehtaarilla. Ensiharvennetuissa koivikoissa keskihajonta on 141 runkoa ja vaihteluväli 280 runkoa hehtaarilla.

Kantojen keskiarvo kaikissa ensiharvennuksissa on 555 kantoa hehtaarilla, keskihajonta puolestaan on 187 kantoa ja vaihteluväli on 900 kantoa hehtaarilla. Myöhemmissä harvennuksissa kantojen keskiarvo on noin 294 kantoa hehtaarilla, keskihajonta on 102 kantoa ja vaihteluväli taas on 350 kantoa hehtaarilla. Ensiharvennetuissa männiköissä kantojen keskiarvo on 548 kantoa hehtaarilla. Kantojen keskihajonta on 176 kantoa ja vaihteluväli on 720 kantoa hehtaarilla. Ensiharvennetuissa kuusikoissa kantojen keskiarvo on 564 kantoa hehtaarilla, keskihajonta on 235 kantoa ja vaihteluväli on 860 kantoa hehtaarilla. Myöhempien harvennusten vastaavat luvut ovat männiköissä seuraavat: Kantojen keskiarvo on 290 kantoa, keskihajonta on 52 kantoa ja vaihteluväli on 90 kantoa hehtaarilla. Kuusikoissa kantojen keskiarvo on 340 kantoa, keskihajonta 117 kantoa ja vaihteluväli 280 kantoa hehtaarilla. Vastaavasti koivikoissa kantojen keskiarvo on 218 kantoa, keskihajonta 54 kantoa ja vaihteluväli 120 kantoa hehtaarilla.



KUVIO 7. Keskimääräiset poistumaprosentit laskettuna runkoluvun perusteella ensiharvennuksissa.



KUVIO 8. Keskimääräiset poistumaprosentit laskettuna runkoluvun perusteella myöhemmissä harvennuksissa.

Edellä olevissa kuvioissa on esitetty runkolukuun perustuvat poistumaprosentit erikseen ensiharvennuksilla ja myöhemmillä harvennuksilla. Poistumaprosentin laskenta on tapahtunut jakamalla hehtaariohtainen poistuma hehtaariohtaisen runkoluvun ja poistuman määrän summalla ja kertomalla osamäärä sadalla.

Ensiharvennuksissa männyn poistumaprosentin keskiarvo on 38 prosenttia, joka on hieman kaikkien ensiharvennusten keskiarvoa pienempi. Kaikkien ensiharvennusten keskimääräinen poistumaprosentti on noin 39 prosenttia. Kuusella poistumaprosentin keskiarvo on pienin 37,8 prosentilla. Koivulla vastaavasti poistumaprosentin keskiarvo on suurin noin 46 prosentilla. Männyn ensiharvennuksilla poistuman keskihajonta on 8,2 prosenttiyksikköä. Kuusella poistuman keskihajonta on 10,2 prosenttiyksikköä ja koivulla poistuman keskihajonta 8,0 prosenttiyksikköä. Kaikkien ensiharvennusten poistuman keskihajonta on 9,0 prosenttiyksikköä.

Myöhemmissä harvennuksissa männyn poistumaprosentin keskiarvo on hieman yli 39 prosenttia, joka on kuusen ja koivun poistumaprosentin keskiarvoja suurempi. Kuusella vastaava luku on hieman alle 39 prosenttia ja koivulla 33 prosenttia. Myöhempien harvennusten koko otantajoukon keskimääräinen poistumaprosentti on noin 37 prosenttia. Männyllä poistuman keskihajonta on pienin 1,9 prosenttiyksiköllä.

Kuusella poistuman keskihajonta on 3,7 prosenttiyksikköä ja koivulla 7,1 prosenttiyksikköä.

Ensiharvennetuissa männiköissä pohjapinta-alojen keskiarvo on 13,6 m²/ha ja valtapituuksien keskiarvo on 14,3 metriä. Männyn pohjapinta-alan keskihajonta on 3,1 m²/ha ja vaihteluväli on 11 m²/ha. Männyn valtapituuden keskihajonta on 1,7 metriä ja vaihteluväli 5 metriä.

Kuusikoissa pohjapinta-alojen keskiarvo on 12 m²/ha ja valtapituuksien keskiarvo on 16 metriä. Kuusen pohjapinta-alan keskihajonta on 3,5 m²/ha ja vaihteluväli 12 m²/ha. Kuusen valtapituuden keskihajonta on 2,1 metriä ja vaihteluväli 5 metriä.

Koivulla pohjapinta-alojen keskiarvo on 11,3 m²/ha ja valtapituuksien keskiarvo on 18,3 metriä. Koivun pohjapinta-alan keskihajonta on 3,5 m²/ha ja vaihteluväli 7 m²/ha. Valtapituuden keskihajonta on 1,5 metriä ja vaihteluväli 3 metriä.

Kaikkien ensiharvennusten keskimääräinen pohjapinta-ala on 12,8 m²/ha. Tämän pohjapinta-alan keskihajonta on 3,3 m²/ha ja vaihteluväli 14 m²/ha. Ensiharvennusten keskimääräinen valtapituus 15,4 metriä. Valtapituuden keskihajonta 2,2 metriä ja vaihteluväli 8 metriä.

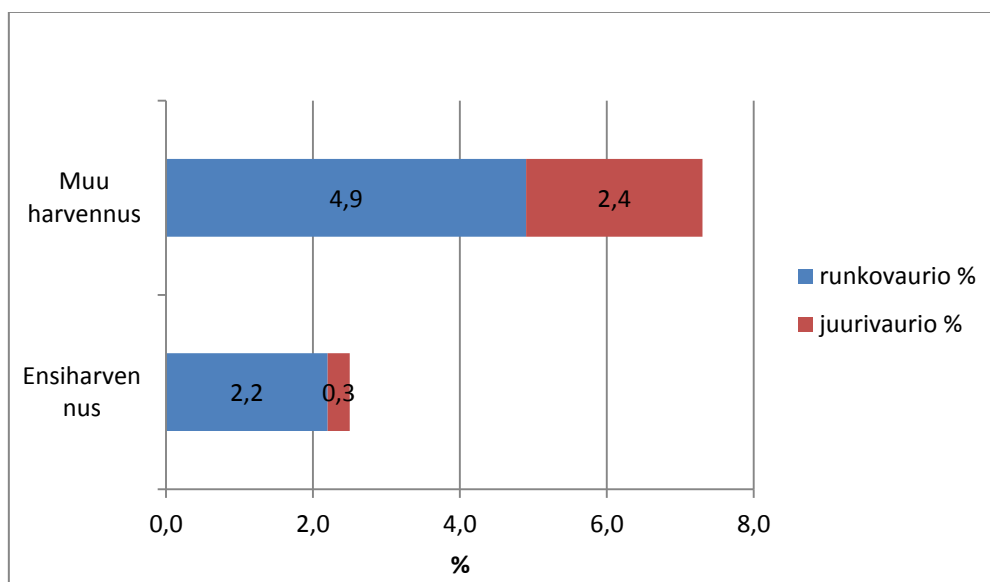
Myöhemmissä harvennuksissa männyn pohjapinta-alojen keskiarvo on 18,7 m²/ha, keskihajonta 2,5 m²/ha ja vaihteluväli 5 m²/ha. Valtapituuksien keskiarvo on 20,7 metriä, keskihajonta on 1,5 metriä ja vaihteluväli 3 metriä.

Kuusen pohjapinta-alojen keskiarvo on 18,7 m²/ha, keskihajonta 3,9 m²/ha ja vaihteluväli 10 m²/ha. Kuusen valtapituuksien keskiarvo on 20,1 metriä, keskihajonta 3,1 metriä ja vaihteluväli 7 metriä.

Koivulla pohjapinta-alojen keskiarvo on 14,5 m²/ha, keskihajonta 1,3 m²/ha ja vaihteluväli 3 m²/ha. Koivun valtapituuksien keskiarvo vastaavasti on 20,5 metriä, keskihajonta 1,3 metriä ja vaihteluväli 3 metriä.

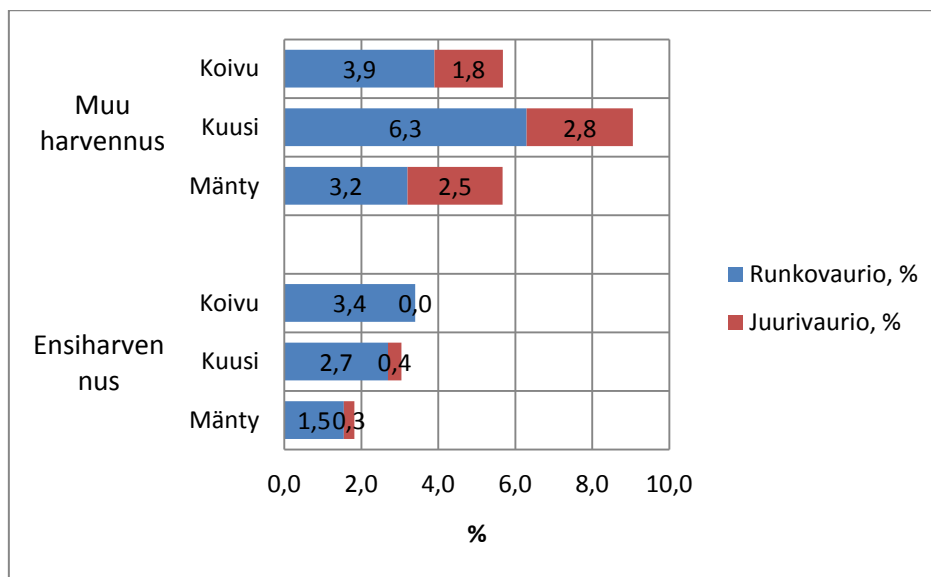
5.1.3 Puustovauriot

Puustovaurioprosenttien laskenta on tehty suhteuttamalla vaurioituneiden puiden määrä kohteelta saatuun runkolukuun. Ensiharvennusten keskimääräinen puustovaurioprosentti pyöristyy 2,4 prosenttiin ja myöhempien harvennusten vastaava luku pyöristyy 7,4 prosenttiin (kuvio 9). Puustovauriot jakaantuivat kuvan 14 osoittamalla tavalla. Ensiharvennusten vaurioprosentit vaihtelivat 0,0 %–8,6 % välillä. Puustovaurioprosentin mediaani on 2 % ja keskihajonta 3,0 %. Myöhempien harvennusten vaurioprosentit vaihtelivat 0,0 %–34,3 % välillä. Vaurioprosentin mediaani on 4,5 % ja keskihajonta 9,1 %. Jos myöhempien harvennusten suurin vaurioprosentti (34,3 %) jätettäisiin huomioimatta tippuisi keskiarvo 7,4 prosentista 5,3 prosenttiin.



KUVIO 9. Puustovaurioprosenttien keskiarvot harvennustavoittain.

Kuviossa 10 keskimääräiset puustovaurioprosentit on ilmoitettu pääpuulajeittain erikseen ensiharvennuksille ja myöhemmille harvennuksille. Ensiharvennetuissa männiköissä keskimääräiset puustovauriot ovat 1,8 %, kuusella noin 3,0 % ja koivulla 3,4 %. Myöhemmissä harvennuksissa puustovaurioituneita puita on jäänyt selvästi enemmän. Männyllä ja koivulla keskimääräinen puustovaurio on sama 5,7 % ja kuusella vastaavasti 9,1 %.

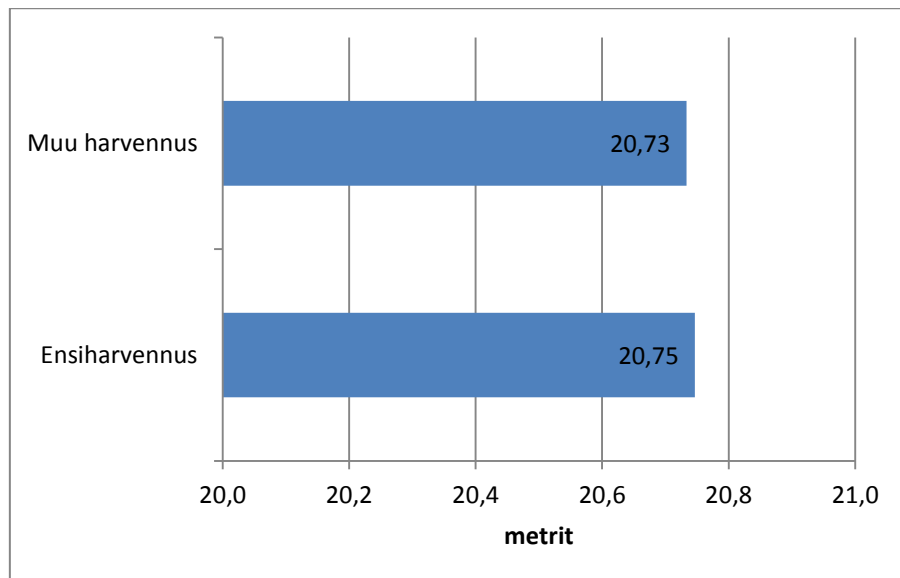


KUVIO 10. Keskimääräiset puustovaurioprosentit pääpuulajeittain.

Puustovaurioita tutkittaessa erikseen ennakkoraivatuilta ja raivaamattomilta ensiharvennuksilta saatiin melko yllättävä tulos. Ensiharvennuksilla, joilla ennakkoraivaus oli suoritettu puustovaurioiden keskiarvoksi saatiin 2,8 %. Raivaamattomilla ensiharvennuksilla keskimääräiseksi vaurioprosentiksi saatiin 2,1 %, eli matalampi kuin ennakkoraivatuilla kohteilla. Ensiharvennuksissa ennakkoraivattuja ja raivaamattomia kohteita oli yhtä monta. Myöhemmissä harvennuksissa ennakkoraivattuja kohteita oli vähän vajaa 29 %. Suurimmalla osalla raivaamattomista kohteista ei ollut tarvetta raivaukselle, joten suuret vaurioprosentit selittyvät muulla tavalla. Raivaamattomissa kohteissa keskimääräinen puustovaurioprosentti on 8,3 % ja ennakkoraivatuissa vastaavasti 5,1 %.

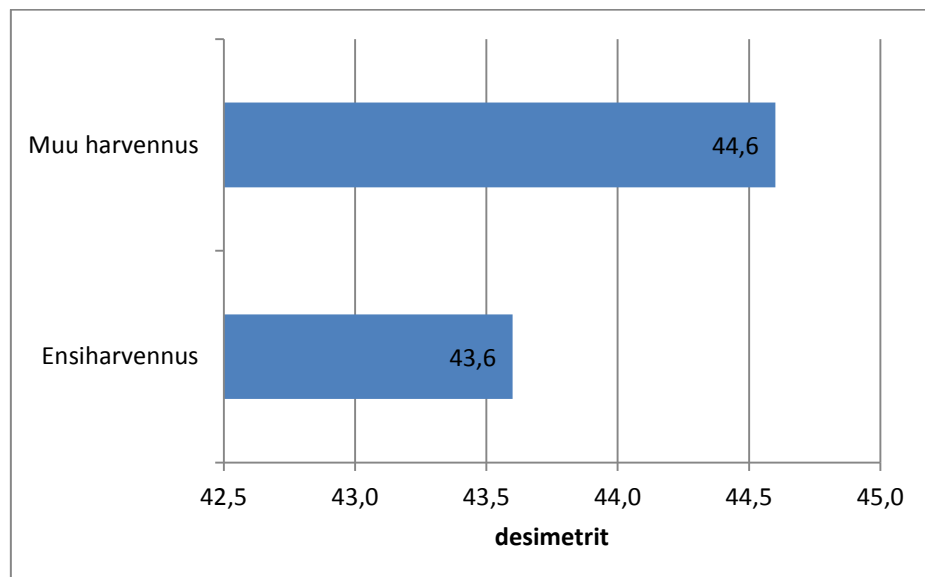
5.1.4 Ajouraväli ja -leveys

Ajouraväli oli ensiharvennuksissa ja myöhemmissä harvennuksissa keskimäärin sama 20,7 metriä (kuvio 11). Ensiharvennuksissa ajouraväli vaihteli 16,6 metristä 24,5 metriin. Ajouravälin keskihajonta oli 1,9 metriä ja mediaani 21 metriä. Myöhempien harvennuksien ajouraväli ja -leveys tulokset on laskettu kolmesta kohteesta, joissa runkoluku ylitti 600 runkoa hehtaarilla. Myöhempien harvennusten ajouravälin keskihajonta oli 3,3 metriä ja mediaani 19,4 metriä. Ajouraväli vaihteli 18,3 metristä 24,5 metriin.



KUVIO 11. Keskimääräinen ajouraväli harvennustavoittain.

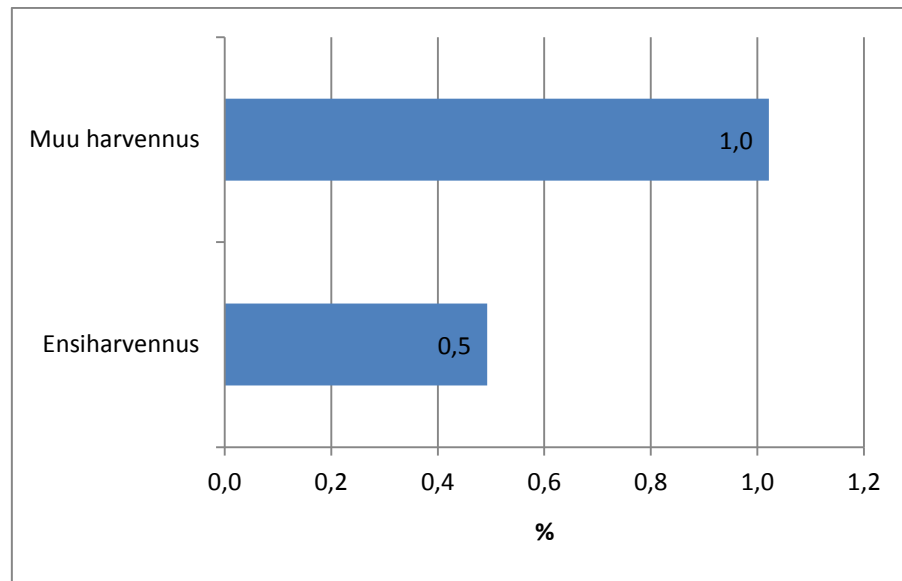
Ensiharvennusten keskimääräinen ajouraleveys oli 43,6 desimetriä. Keskimääräiset ajouraleveydet vaihtelivat 33,1 ja 52,0 desimetrin välillä. Uraleveyden mediaaniksi saatiin 43,8 desimetriä ja keskihajonnaksi 4,5 desimetriä. Myöhempien harvennusten keskimääräinen ajouraleveys oli 44,6 desimetriä. Mittaukset vaihtelivat 42,1 ja 47,9 desimetrin välillä. Mediaaniksi saatiin 43,8 desimetriä ja keskihajonnaksi 3,0 desimetriä.



KUVIO 12. Keskimääräinen ajouraleveys harvennustavoittain.

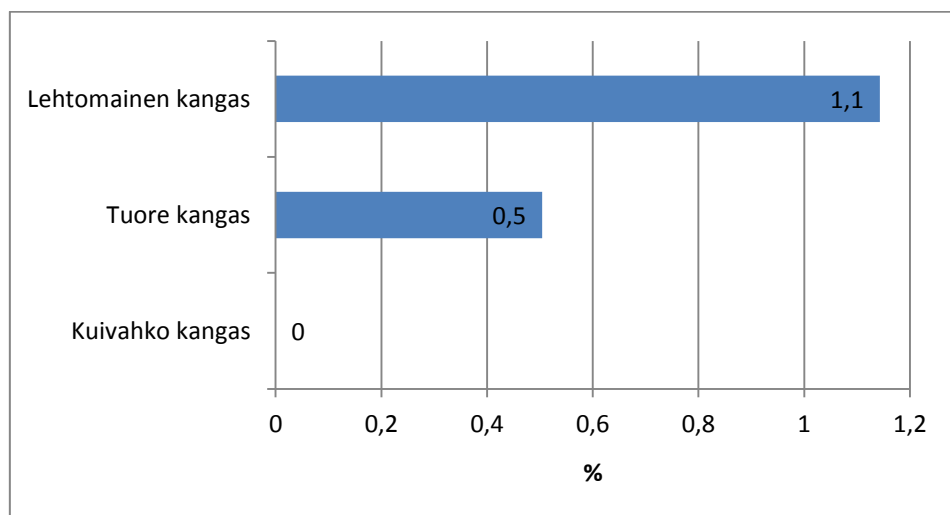
5.1.5 Ajourapainamat

Ajourapainamat vaihtelivat ensiharvennuksissa 0–3 % välillä ajourien kokonaispituuksista. Ensiharvennuksissa urapainaumien keskiarvoksi saatiin 0,5 %, mediaaniksi saatiin 0,0 % ja keskihajonnaksi 1,0 %. Myöhemmissä harvennuksissa urapainamat vaihtelivat 0–10,3 % välillä. Urapainaumien keskiarvoksi saatiin 1,0 %, mediaaniksi 0,0 % ja keskihajonnaksi 2,8 %.



KUVIO 13. Keskimääräinen ajourapainamaprosentti harvennustavoittain.

Ajourapainamat valtapuiden mukaan ovat seuraavat: mäntyvaltaisissa kohteissa ajourapainaumien keskiarvo oli 0,8 %, kuusivaltaisissa 0,2 % ja koivuvaltaisissa 1,5 %. Kuviossa 14 on ajourapainamat eriteltynä kasvupaikkatyypeittäin.

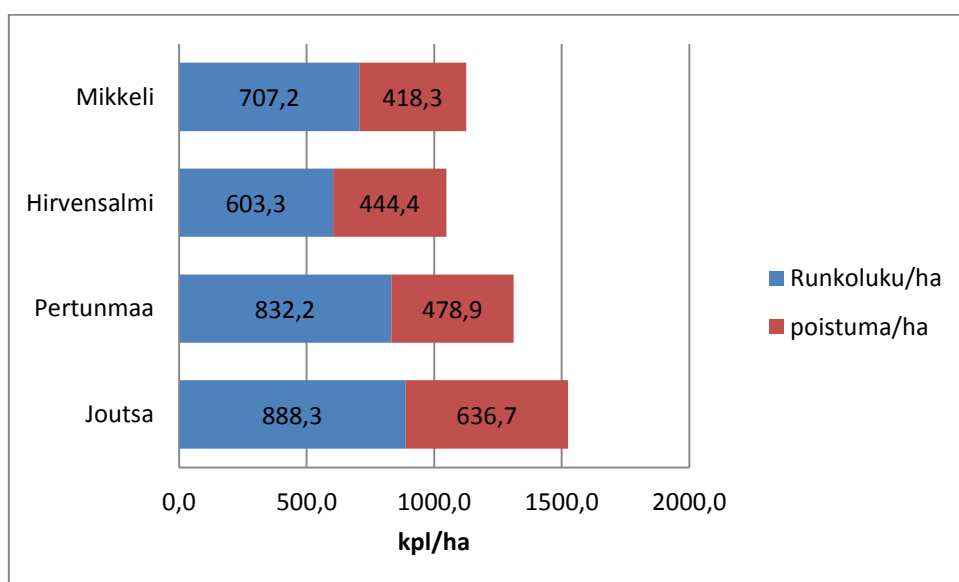


KUVIO 14. Ajourapainaumien keskiarvot kasvupaikkatyypeittäin.

5.2 Aineisto paikkakunnittain

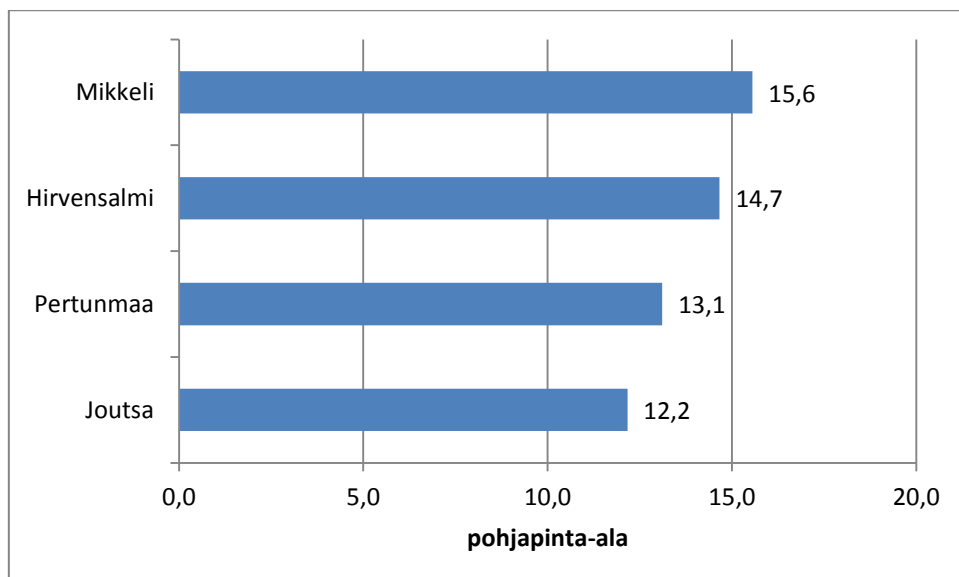
5.2.1 Harvennusvoimakkuus

Kuvioista 15 ja 16 nähdään runkoluvut, poistumat ja pohjapinta-alat paikkakunnittain. Joutsassa runkoluvun keskihajonta oli 213 kpl/ha ja vaihteluväli 500 kpl/ha. Pertunmaalla runkoluvun keskihajonta oli noin 231 kpl/ha ja vaihteluväli 600 kpl/ha. Hirvensalmella runkoluvun keskihajonta oli noin 184 kpl/ha ja vaihteluväli 520 kpl/ha. Mikkelissä vastaava keskihajonta oli noin 262 kpl/ha ja vaihteluväli 890 kpl/ha.



KUVIO 15. Keskimääräiset runkoluvut ja poistumat paikkakunnittain.

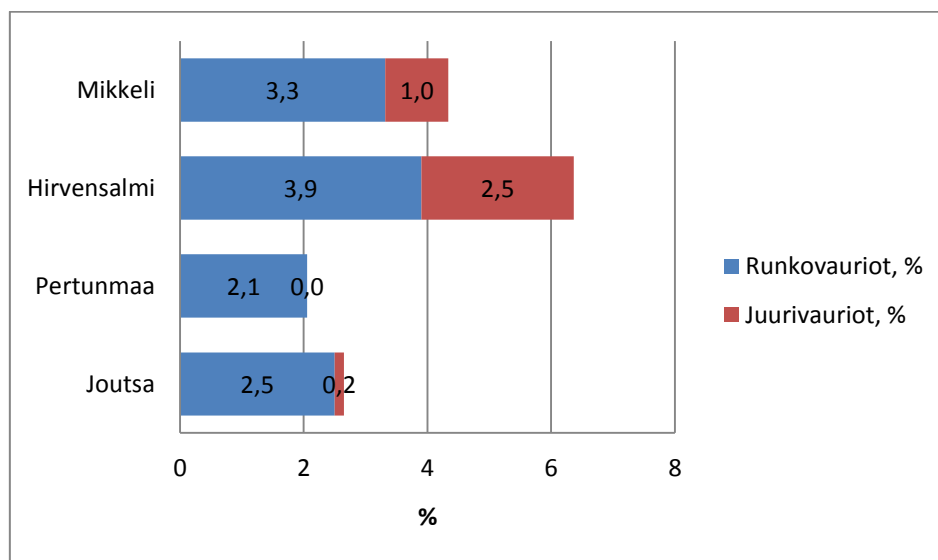
Joutsassa pohjapinta-alan keskihajonta oli 2,6 m²/ha, vaihteluväli 7,0 m²/ha ja mediaani 12,5 m²/ha. Pertunmaalla pohjapinta-alan keskihajonta oli 3,8 m²/ha, vaihteluväli 12,0 m²/ha ja mediaani 14,0 m²/ha. Hirvensalmella pohjapinta-alan keskihajonta oli 5,3 m²/ha, vaihteluväli 16,0 m²/ha ja mediaani 13,0 m²/ha. Mikkelissä vastaava keskihajonta oli 3,6 m²/ha, vaihteluväli 12,0 m²/ha ja mediaani 16,0 m²/ha. Lukuja kun tarkastelee pitää muistaa, että Joutsassa muita harvennuksia on lukumäärällisesti suhteessa vähemmän kuin ensiharvennuksia (kuvio 16). Seuraavaksi järjestyksessä tulee Pertunmaa ja Mikkelä. Hirvensalmella muita harvennuksia on lukumäärällisesti suhteessa eniten kuin muilla paikkakunnilla.



KUVIO 16. Keskimääräiset pohjapinta-alat paikkakunnittain.

5.2.2 Puustovauriot

Kuviosta 17 nähdään keskimääräiset puustovaurioprosentit eriteltyinä paikkakunnittain. Keskimäärin suurimmat vauriot mitattiin Hirvensalmelta (6,4 %) ja pienimmät vastaavasti Pertunmaalta (2,1 %). Mikkeliissä keskihajonta ja vaihteluväli olivat suurimmat eli keskihajonta oli 8,0 % ja vaihteluväli 34,3 %. Mediaani Mikkeliissä oli 2,4 %. Hirvensalmella keskihajonta oli 5,5 %, vaihteluväli 15,8 % ja mediaani 4,5 %. Joutsassa keskihajonnaksi saatiin 3,3 %, vaihteluväliksi 8,6 % ja mediaaniksi 2,0 %. Pertunmaalla keskihajonta ja vaihteluväli olivat pienimmät. Pertunmaalla keskihajonnaksi saatiin 2,7 %, vaihteluväliksi 8,0 % ja mediaaniksi 2,0 %.



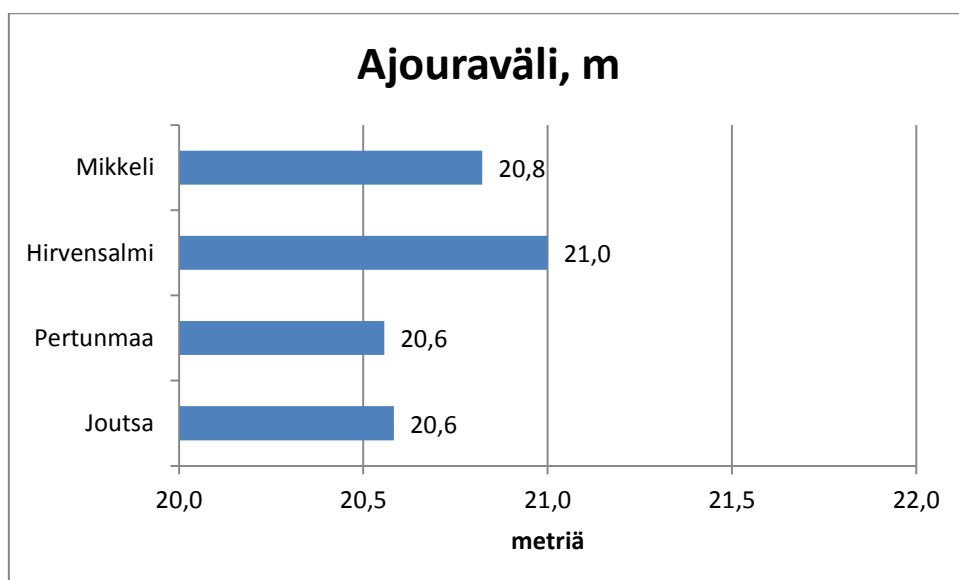
KUVIO 17. Keskimääräiset puustovaurioprosentit paikkakunnittain.

Pertunmaalta juurivaurioita ei tarkastettujen kohteiden koealoilta havaittu ollenkaan ja runkovaurioitakin varsin vähän (2,1 %). Joutsassa juurivaurio havaintoja mitattiin myös erittäin vähän (0,2 %) ja runkovaurioita 2,5 % verran. Hirvensalmella ja Mikkelissä keskimääräiset vaurioprosentit ylittävät suositusten 4 % rajan. Hirvensalmella juuri- sekä runkovaurioita havaittiin eniten (kuvio 17). Mikkelissä runkovaurioita oli 3,3 % ja juurivaurioita 1,0 %.

5.2.3 Ajouraväli ja -leveys

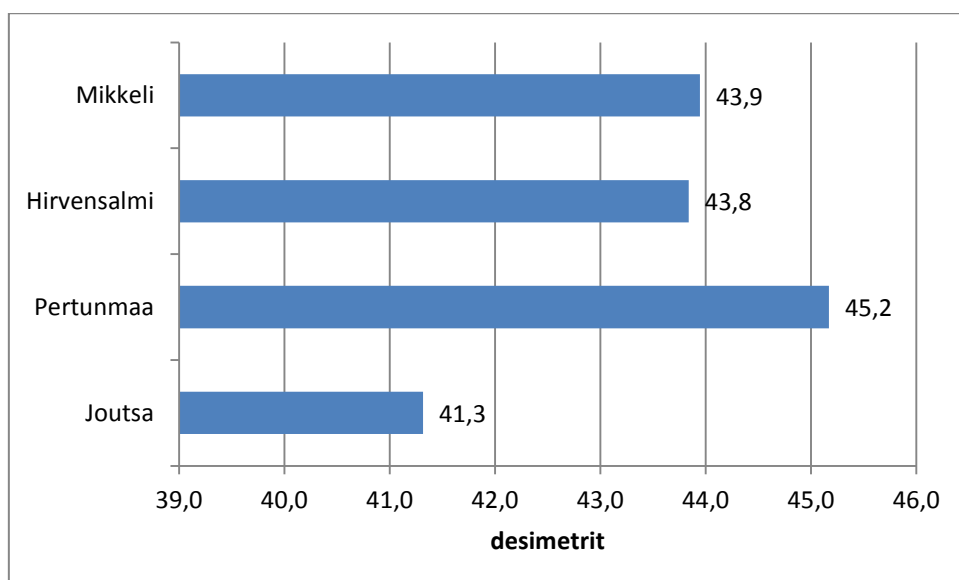
Kuviossa 18 on esitetty keskimääräiset ajouravälit paikkakunnittain. Pienimmät ajouravälit olivat keskimäärin Joutsassa ja Pertunmaalla eli pyöreästi 20,6 metriä. Mikkelissä keskimääräinen uraväli oli 20,8 metriä ja Hirvensalmella 21,0 metriä eli suurin. Joutsassa ajouravälin keskihajonta oli 2,2 metriä, vaihteluväli 5,4 metriä (18,2–23,6 m) ja mediaani 20,6 metriä. Pertunmaalla keskihajonta oli 1,4 metriä, vaihteluväli 3,4 metriä (18,8–22,2 m) ja mediaani 21,0 metriä. Hirvensalmella vastaavasti ajouravälin keskihajonta oli 2,8 metriä, vaihteluväli 6,3 metriä (16,6–22,9 m) ja mediaani 22,7 metriä. Mikkelissä uravälin keskihajonta oli 2,1 metriä, vaihteluväli 6,6 metriä (17,9–24,5 m) ja mediaani 21,0 metriä.

Kaikilla neljällä paikkakunnalla keskimääräiset ajouravälit ovat suositusten paremmalla puolella eli yli 20 metriä. Paikkakuntien kesken keskimääräisessä uravälissä ei ole suuria eroja. Joutsassa ajouraväli- ja ajouraleveystarkastelu tehtiin kaikista 6 kohteesta, Pertunmaalla uratarkastelu tehtiin 7 kohteesta, Hirvensalmella 5 kohteesta ja Mikkelissä 13 kohteesta.



KUVIO 18. Keskimääräiset ajouravälit paikkakunnittain.

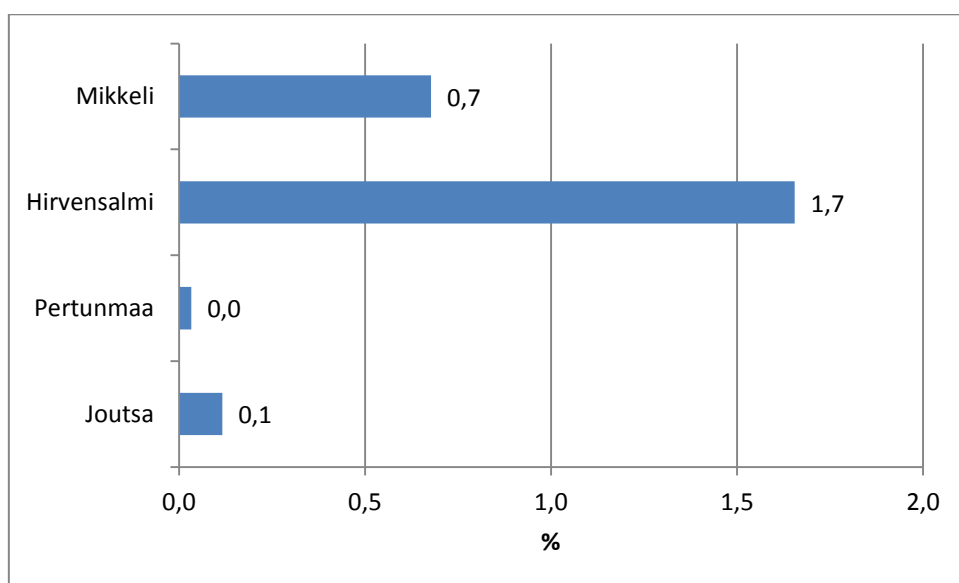
Kuviossa 19 on esitetty keskimääräiset ajouraleveydet paikkakunnittain. Joutsassa uraleveys oli muita paikkakuntia kapeampi eli 41,3 desimetriä. Pertunmaalla ajouraleveys oli suurin noin 45 desimetrillä. Hirvensalmella ja Mikkelissä uraleveydet olivat samaa luokkaa eli noin 44 desimetriä. Joutsassa uraleveyden keskihajonta oli 1,7 desimetriä, vaihteluväli 4,6 desimetriä (39,2–43,8 dm) ja mediaani 41,2 desimetriä. Pertunmaalla uraleveyden keskihajonta oli 2,0 desimetriä, vaihteluväli 5,8 desimetriä (42,9–48,7 dm) ja mediaani 44,8 desimetriä. Hirvensalmella vastaava keskihajonta oli 6,3 desimetriä, vaihteluväli 16,8 desimetriä (34,8–51,6 dm) ja mediaani 44,0 desimetriä. Mikkelissä keskihajonta oli 5,2 desimetriä, vaihteluväli 18,9 desimetriä (33,1–52,0 dm) ja mediaani 44,8 desimetriä. Keskimäärin ajouraleveys on paikkakunnittain hyvällä tasolla.



KUVIO 19. Keskimääräiset ajouraleveydet paikkakunnittain.

5.2.4 Ajourapainaukset

Kuviosta 20 nähdään paikkakunnittain ajourapainauksien keskiarvot. Joutsassa keskihajonta oli 0,2 %. Kohdekohtaiset keskiarvot vaihtelivat 0,0–0,4 % välillä ajourien kokonaispituuksista. Pertunmaalla ajourapainaukset vaihtelivat 0,0–0,3 % välillä. Pertunmaalla keskihajonta oli 0,1 %. Hirvensalmella urapainaukset vaihtelivat 0,0–10,3 % välillä. Keskihajonta oli 3,4 %. Mikkelissä urapainaukset vaihtelivat 0,0–3,0 % välillä. Mikkelissä keskihajonta oli 1,2 %. Kaikissa paikkakunnissa mediaaniksi saatiin 0,0 %.



KUVIO 20. Keskimääräiset ajourapainausprosentit paikkakunnittain.

6 TULOSTEN TARKASTELU

6.1 Tulosten luotettavuus ja vertailukelpoisuus

Opinnäytetyön analysoitavan aineiston keräämiseksi suoritettiin kesällä 2011 maastomittauksia Metsänhoitoyhdistys Järvi-Savon hankinta- ja korjuupalvelun koneellisilta harvennuskohteilta. Tutkittavat kohteet valittiin ositetulla otannalla 1.9.2010–31.3.2011 aikavälillä suoritetuista harvennuksista. Mahdollisimman tuoreista harvennuksista saadaan luotettavampi kuva korjuujäljestä, erityisesti harvennusvoimakkuudesta. Tutkimuksen laajuus oli 42 harvennuskohdetta neljän kunnan alueella. Otannan laajuus ja mittaukset antavat riittävän tarkat tulokset nykyisestä korjuujäljen tasosta ja kehittämiskohteista. Näin ollen tutkimuksen tavoitteet saavutettiin.

Mittausmenetelmänä käytetty jälki-inventointimenetelmä antaa tarkan, kattavan sekä luotettavan kuvan harvennusten korjuujäljestä mitatuilta kohteilta. Mitattuja tuloksia voidaan luotettavasti vertailla keskenään sekä samalla menetelmällä mitattuun vertailuaineistoon.

6.2 Kasvatettavan puuston määrä

Tavoiterunkoluku ensiharvennuksissa Hyvän metsänhoidon suositusten (2006, 93) mukaan on Etelä-Suomen nuorissa kasvatusmetsissä 900–1 000 runkoa hehtaarilla niin männiköllä kuin kuusikolla perusmallissa. Suositus koskee kuivahkon ja tuoreen kankaan männiköitä, joiden valtapituus on 13–15 metriä sekä tuoreen ja lehtomaisen kankaan kuusikoita, joiden valtapituus on 12–16 metriä. Rauduskoivulla vastaava runkoluku on suositeltu sijoitettavan 700–800 runkoa hehtaarille valtapituuden ollessa 14–16 metriä.

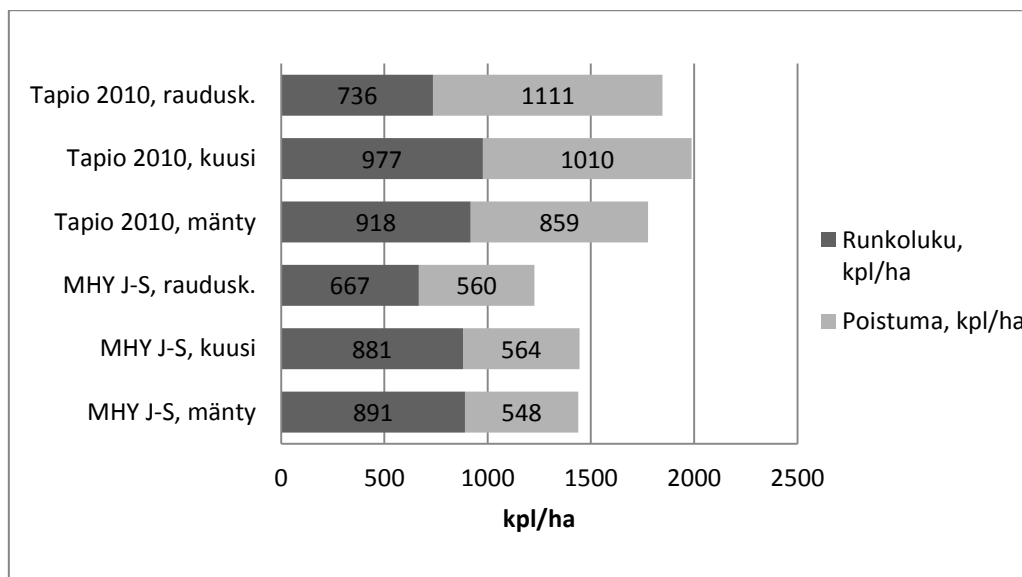
Ensiharvennetuiden männiköiden runkolukuja verrattaessa suositukseen huomataan, että vain yksi kohde osuu täsmälleen 900–1 000 kpl/ha rajalle. Kuudessa kohteessa runkolukusuositus ylittyy ja kahdeksassa kohteessa suositus alittuu. Keskimääräinen runkoluku kyseisissä männiköissä oli 891 runkoa hehtaarilla eli keskimäärin

suosituksia hieman alapuolella. Männiköiden keskimääräinen runkoluku on silti kuusikoihin verrattuna lähempänä suositusten alarajaa (kuvio 21).

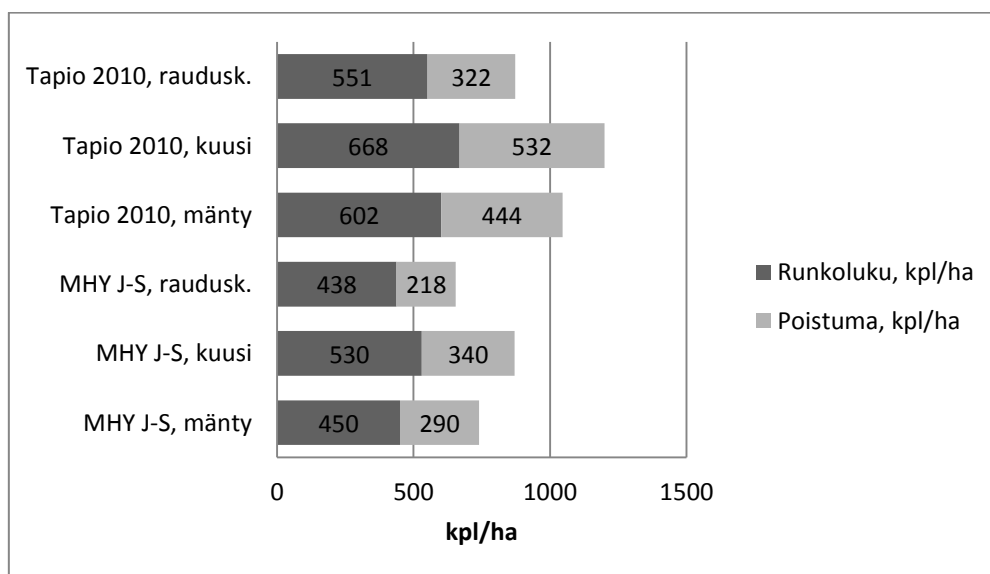
Ensiharvennettujen kuusikoiden keskimääräinen runkoluku on 881 runkoa hehtaarilla. Kuusikoista kolme kohdetta sijoittuu suosituksissa mainitulle rajalle. Kaksi kohdetta ylittää suositukset ja loput viisi kohdetta alittaa suositukset. Ensiharvennuskoivikoita ei ollutkaan kuin kolme kappaletta, joten vertailtavuus kärsii. Koivikoista yksi kohde on runkoluvultaan suositusten mukainen, mutta kaksi muuta alittavat suositukset. Koivikoiden runkolukujen keskiarvo oli 667 runkoa hehtaarilla.

Kohteiden välillä runkoluvuissa on suuria eroja. Tästä kertoo mm. se, että männiköiden ja kuusikoiden runkolukujen vaihteluväli on suuri. Männiköissä vaihteluväli oli peräti 640 runkoa hehtaarilla ja kuusikoissa 500 runkoa hehtaarilla. Keskiarvon perusteella runkoluvut eivät ole karanneet liian kauaksi suositusten alarajasta, mutta keskimääräisten runkolukujen perusteella puustoa on harvennettu liikaa. Runkolukujen perusteella 5 kuviota osuu suositusten sisälle ja 8 kohdetta ylittää suositukset. Viidessätoista kuviossa runkolukusuositus alittuu. Keskimääräisiltään valtapituuksiltaan männiköt ja kuusikot ovat harvennettu ajoissa. Ainoastaan koivikoiden valtapituus on pidempi eli noin 18 metriä. Valtapituuksista ei näin ollen voida hakea selittävää tekijää kuvioille, joissa runkolukusuositus alittuu.

Kuviossa 21 verrataan Metsänhoitoyhdistys Järvi-Savon tuloksia ja Tapion tekemiä valtakunnallisia tuloksia keskenään ensiharvennusten osalta. Toisistaan poikkeavista mittaustavoista johtuen poistumat eivät ole vertailukelpoisia Mhy Järvi-Savon ja Tapion tulosten välillä. Kuviossa 22 verrataan muitten harvennusten runkolukuja ja poistumia Mhy Järvi-Savon ja Tapion tekemien tulosten välillä.



KUVIO 21. MHY Järvi-Savon hankinta- ja korjuupalvelun ensiharvennusten runkoluku ja poistuma verrattuna vertailuaineiston mittaustuloksiin. Toisistaan poikkeavista mittaustavoista johtuen poistumat eivät ole vertailukelpoisia.



KUVIO 22. MHY Järvi-Savon hankinta- ja korjuupalvelun muitten harvennusten poistuma ja runkoluku verrattuna vertailuaineiston mittaustuloksiin. Poistumat ovat vertailukelpoisia.

Muitten harvennusten pohjapinta-alan tarkastelussa männiköistä yksi kohde on suositusten rajoissa ja 2 kohdetta taas on suositusten alapuolella. Kuusikoissa suositusten sisällä on 4 kohdetta ja 3 kohdetta on suositusten alapuolella. Koivikoista 3 kohdetta on pysynyt suositusten sisällä ja yksi kohde on tippunut suositusten alle. Kun tarkastellaan vauriotonta puustoa kuusikoissa kaksi kohdetta tippuvat suositusten

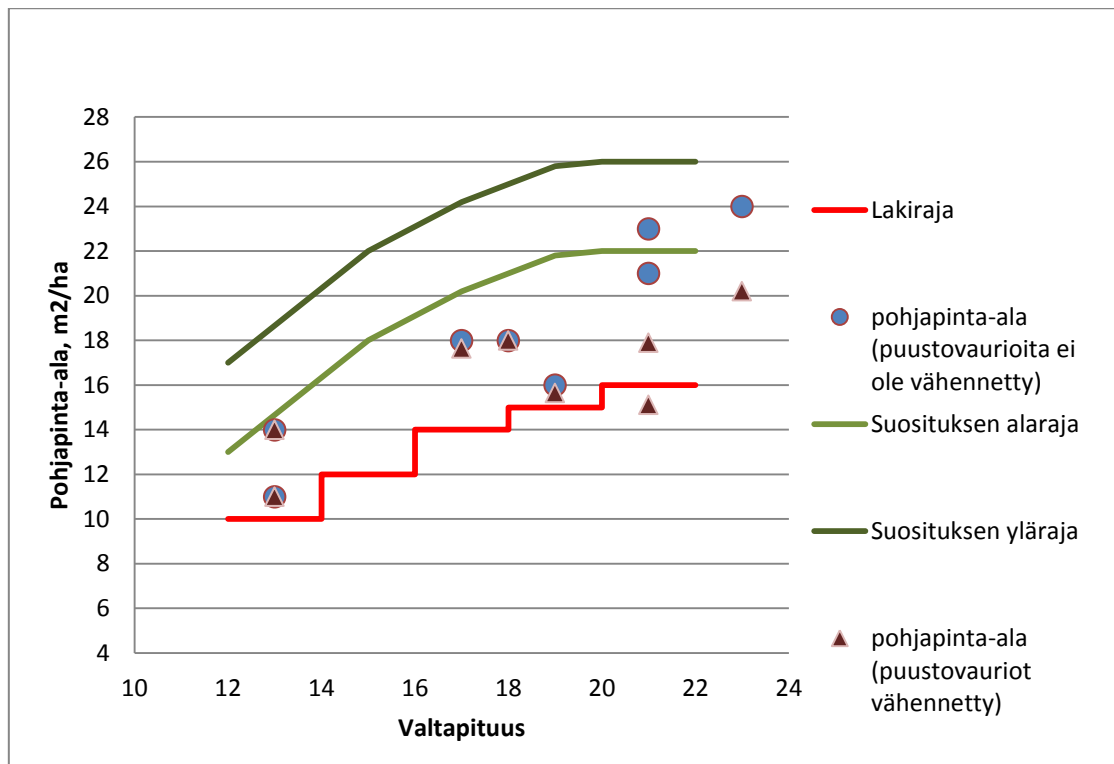
alapuolelle eli silloin suositusten sisällä on enää kaksi kohdetta ja suositusten alapuolella viisi kohdetta. Koivikoissa suositusten sisällä olevista kohteista tippuu yksi kohde nyt suositusten alapuolelle vaurioitten vähentämisen jälkeen. Männiköissä ei tapahdu muutoksia.

Ensiharvennusten pohjapinta-aloja tarkasteltaessa huomataan, että männiköistä suositusten sisällä on kolme kohdetta. Yksi kohde ylittää suositukset ja yksitoista kohdetta alittaa suositukset. Kuusikoita tarkasteltaessa nähdään, että yksikään kohde ei ole suositusten mukainen. Kaikki kymmenestä kohteesta ovat suositusten alapuolella. Kolmesta koivikosta yksi on suositusten mukainen ja kaksi alle suositusten.

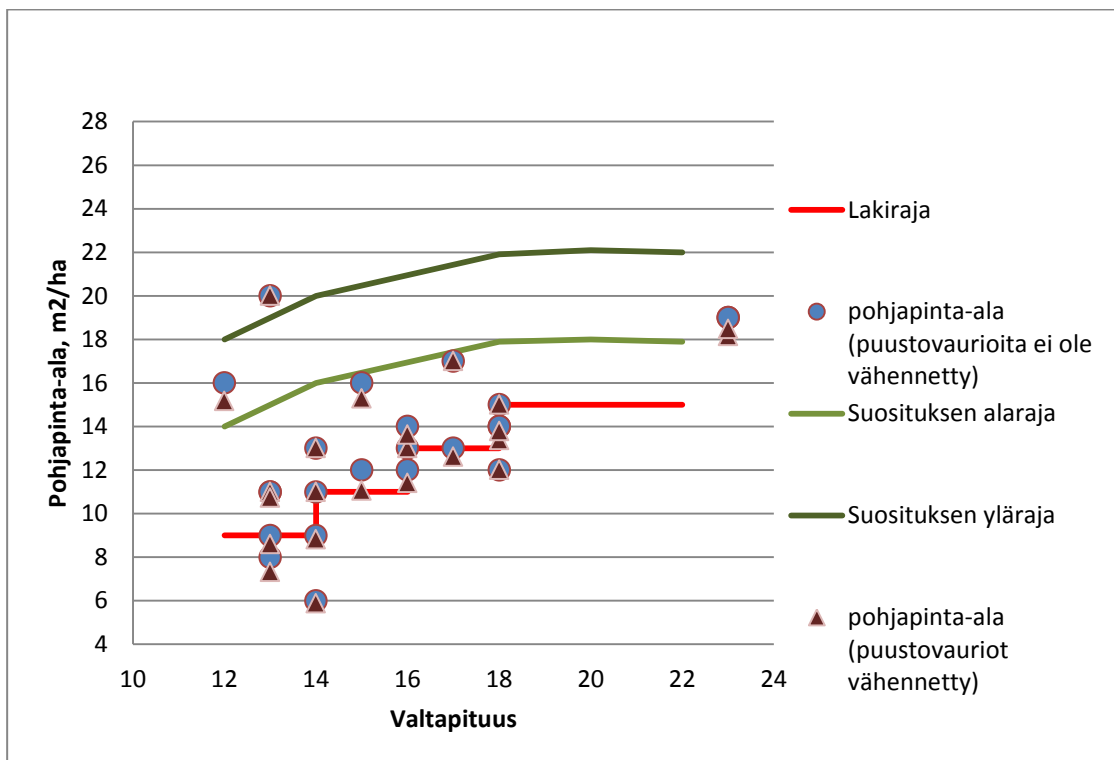
Koska kaikista kohteista suurin osa on pohjapinta-aloiltaan alle suositusten on tuloksia tarkasteltava myös lakirajaa nähden. Kuten aikaisemmin luvussa 3.2.1 määritetään, niin lakiraja tulee täyttyä vaikka vauriopuut vähennetään, joten tuloksia tarkastellaan puustovaurioiden kanssa sekä ilman puustovaurioita. Kaikista männiköistä 14 kohdetta ylittää lakirajan. Yksi kohde aivan lakirajalle ja kolme kohdetta tippuu lakirajan alapuolelle. Tämä tilanne säilyy samana vaikka vauriopuut vähennettäisiin männiköiden osalta.

Kuusikoista 8 kohdetta ylittää lakirajan ja 4 kohdetta on lakirajalla. Viisi kohdetta tippuvat alle lakirajan. Kun vähennetään puustovauriot tulokset muuttuvat hieman. Kuusikoista tuolloin 6 kohdetta ylittää lakirajan ja lakirajalla on nyt 3 kohdetta. Alle lakirajan tippuu 8 kohdetta.

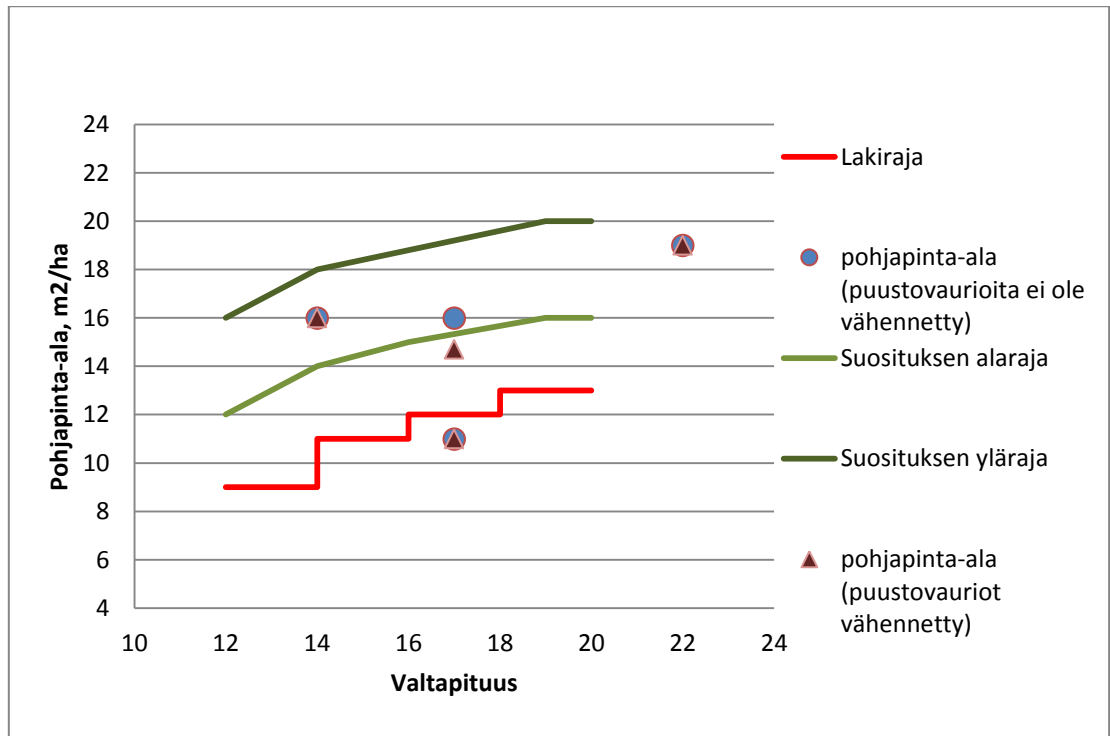
Kaikista koivikoista vain yksi kohde tippuu alle lakirajan ja 6 kohdetta jäävät lakirajan yläpuolelle. Tilanne ei muutu koivikoissa vauriopuitten vähentämisen jälkeenkään. Asiaa on havainnollistettu kuvioissa.



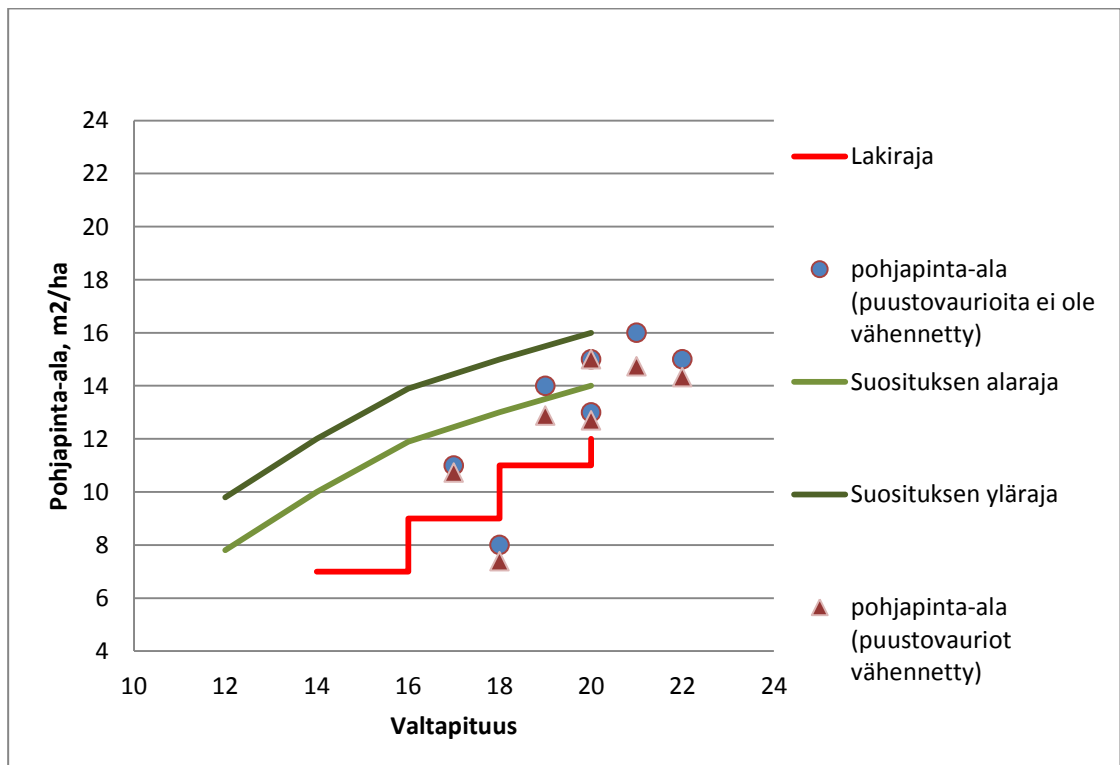
KUVIO 23. Pohjapinta-alojen sijoittuminen harvennusmalleihin lehtomaisen kankaan männiköissä ja kuusikoissa.



KUVIO 24. Pohjapinta-alojen sijoittuminen harvennusmalleihin tuoreen kankaan männiköissä ja kuusikoissa.



KUVIO 25. Pohjapinta-alojen sijoittuminen harvennusmalleihin kuivahkon kankaan männiköissä.



KUVIO 26. Pohjapinta-alojen sijoittuminen harvennusmalleihin tuoreen kankaan ja sitä rehevimmissä koivikoissa.

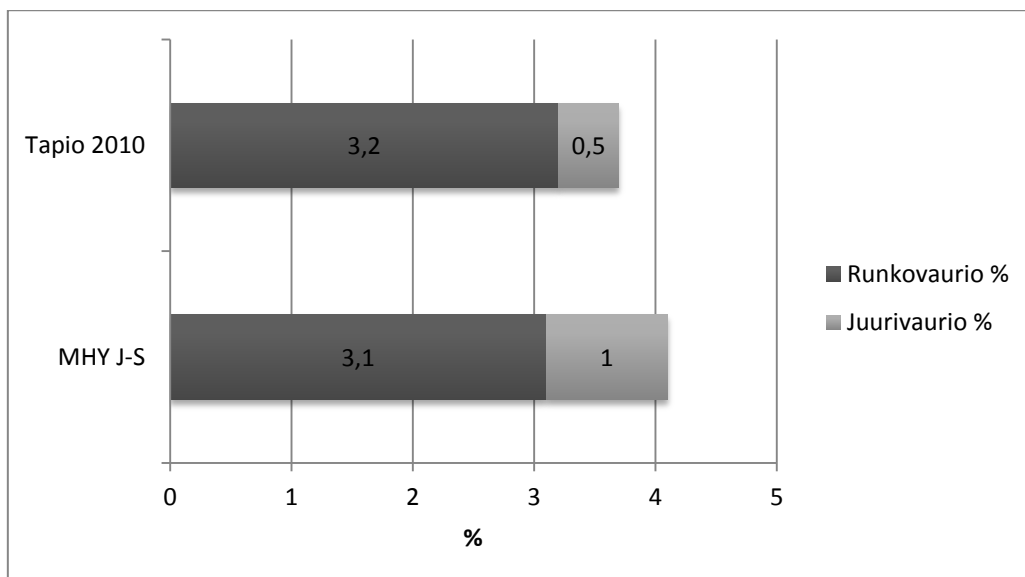
Samansuuntaiset päätelmät saadaan sekä runkoluvusta että pohjapinta-aloista eli puustoa on harvennettu voimakkaasti. Erityisen voimakkaasti harvennettuja kohteita ovat juuri tuoreen kankaan ensiharvennuskuusikot. Vaikutuksia tuloksiin saattoi tuoda osaltaan koealojen sijoittelu. Vaikka koealoja mitattiin kaikilta kohteilta tarkastusohjeen mukainen määrä, saattoivat jotkut koealat sijoittua keskimääräistä harvemmille kohdille. Kohteissa todennäköisesti on mukana kohteita, joissa on ollut tarkoituksena tehdä tavallista voimakkaampi harvennus. Tämä todennäköisesti johtuu siitä, että metsänomistajat ovat halunneet saada enemmän välittömiä tuloja harvennuksista. Osalla kohteista on varmasti ollut myös perusteltua tehdä voimakkaampi harvennus järkevän korjuun ja sen ketjutuksen kannalta.

Alle lakirajojen meneviä kohteita tuli yllättävän paljon vastaan. Alle lakirajan oli mennyt koko aineistosta 28,6 prosenttia, kun puustovauriot oli vähennetty. Tässä olisi kehitettävää mm. korjuujäljen valvonnan osalta.

6.3 Puustovaurioiden määrä ja jakautuminen

Metsäsertifiointi ja metsänhoidon suositukset antavat vauriopuiden enimmäismääräksi 4 % kasvatettavaksi jätetystä puustosta. Mhy Järvi-Savon alueella puustovaurioiden keskiarvoksi saatiin 4,1 %, joka on melko hyvä tulos. Vaihtelua kohteiden välillä kuitenkin oli suuresti. Yli 4 %:n ylitys puustovaurioissa kirjattiin 16 kohteella ja lopuilla 26 kohteella vaurioprocentti jäi alle 4 % rajaa. Kahdestakymmenestäkuudesta kohteesta 15:sta ei löytynyt koealoilta ollenkaan vaurioita. Kahdella kohteella puustovaurioiden määrä ylittää 15 %, mikä on liian paljon. Siihen, että täytyvätkö metsäsertifiointin kriteerit, ei voida ottaa kantaa, koska sertifiointissa tulos lasketaan viiden vuoden liukuvana keskiarvona.

Suurin osa puustovaurioista keskittyi lehtomaisille kankaille, joissa harvennusolosuhteet ovat muita kasvupaikkatyyppejä hieman vaikeammat. Lehtomaisilla kankailla vaurioprocentti oli 7,1, tuoreilla kankailla 2,6 ja kuivahkoilla kankailla 2,0 prosenttia. Lehtomaisilla kankailla 4 %:n raja ylittyy 7 kohteella. Tuoreilla kankailla raja ylittyy 8 kohteella ja kuivahkoilla kankailla 1 kohteella. Vaurioiden määrällä ei kuitenkaan näyttäisi olevan mitään suhdetta siihen, miten voimakkaasti harvennus on suoritettu.

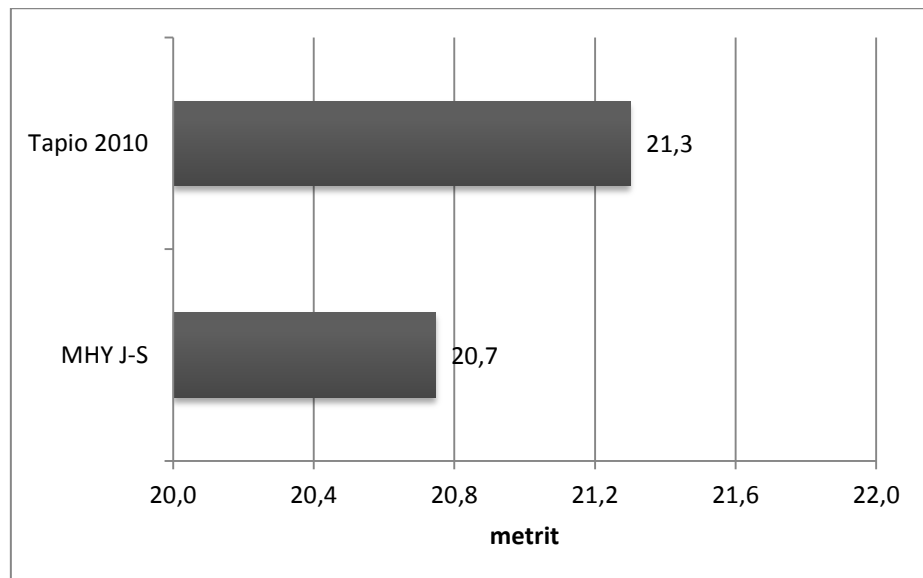


KUVIO 27. MHY Järvi-Savon hankinta- ja korjuupalvelun puustovaurioiden määrä ja koostumus verrattuna vertailuaineiston mittaustuloksiin.

Kuviossa 27 havainnollistetaan Metsänhoitoyhdistys Järvi-Savon puustovaurioiden keskiarvoa Tapion julkaisemiin korjuujäljen valtakunnallisiin tarkastustuloksiin 2010. Kuvasta nähdään, että Mhy Järvi-Savon keskiarvo ylittää hieman 4 % rajan ja on samalla hieman vuoden 2010 valtakunnallisia tuloksia korkeampi. Kyse on kumminkin todella pienistä eroista.

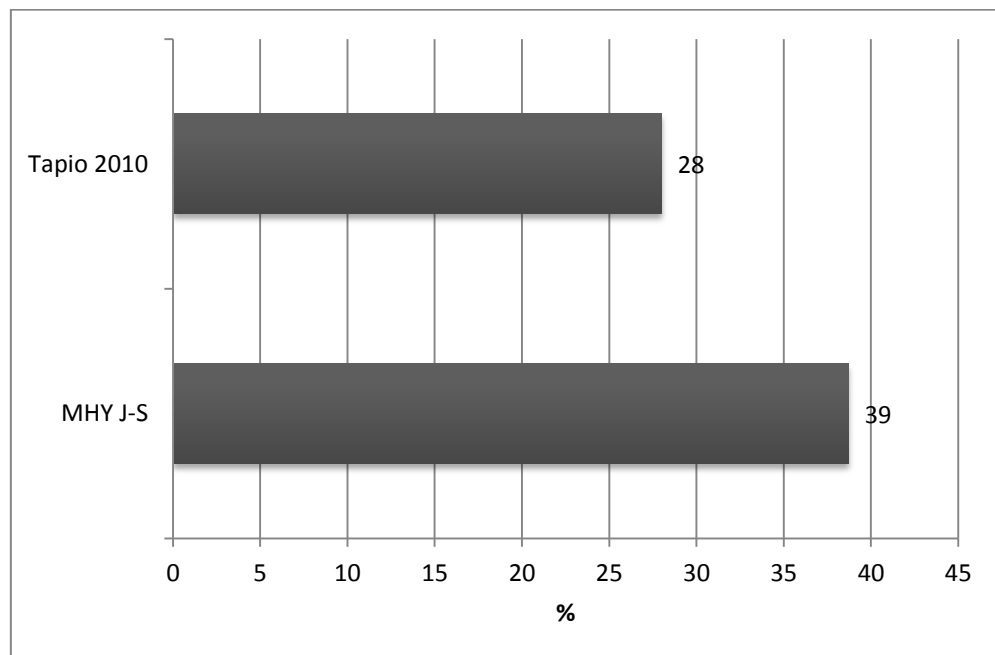
6.4 Ajouraväli ja -leveys mitatuilla kohteilla

Suosituksissa ajouraväli on yli 20 metriä. Mhy Järvi-Savon alueella keskiarvo on 20,7 metriä, mikä on erittäin hyvä tulos. Yhdeksällätoista kuviolla tulos oli hyvä eli yli 20 metriä. Kahdella toista kuviolla vastaavasti alitettiin 20 metrin raja. Alueella oli tietenkin kuvioita, jotka olivat kooltaan pienempiä ja epäsäännöllisen muotoisia, jolloin ajourien tekeminen hankaloituu.



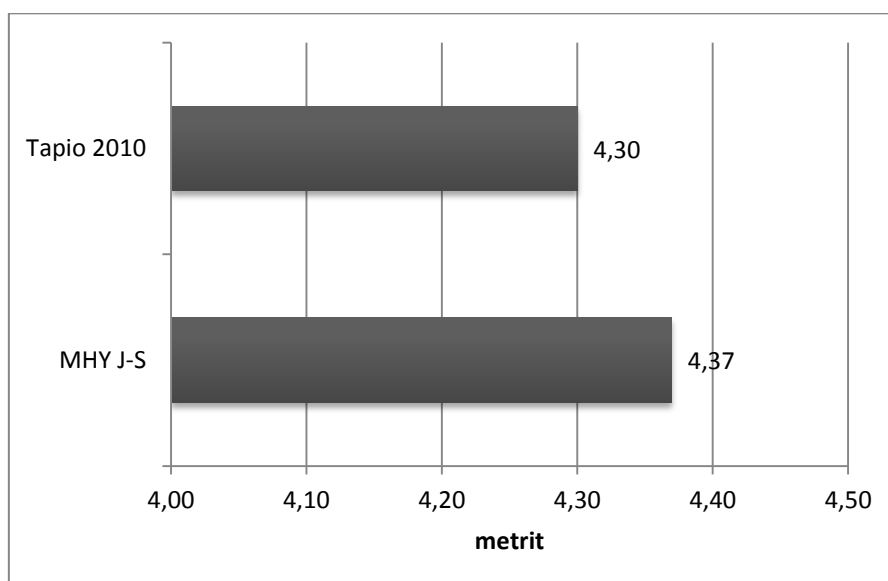
KUVIO 28. MHY Järvi-Savon hankinta- ja korjuupalvelun keskimääräinen ajouraväli verrattuna vertailuaineiston mittaustuloksiin.

Kuviosta 28 nähdään, että keskimääräinen ajouraväli on Mhy Järvi-Savon alueella keskimääräisesti valtakunnallisia tuloksia pienempi, mutta ero on varsin pieni. Seuraavassa kuviossa nähdään alle 20 metristen uravälien prosenttiosuus kaikista ilmoitetuista uraväleistä. Kuvion perusteella voidaan sanoa, että Mhy Järvi-Savon alueella alle 20 metrisiä uravälejä on valtakunnallisiin tuloksiin verrattuna enemmän.



KUVIO 29. Alle 20 metristen uravälien osuus harvennushakkuista verrattuna vertailuaineiston mittaustuloksiin.

Suosituksissa ajouraleveydeksi suositellaan 4,0–4,5 metriä. Tapion käyttämien maastotarkastusohjeiden (2011) mukaan hyvänä ajouraleveytenä pidetään alle 4,6 metriä. Mhy:n alueen keskiarvoksi ajouraleveydessä saatiin vähän alle 4,4 metriä, mikä on erinomainen tulos. Valtakunnallisiin tuloksiin verrattuna Mhy Järvi-Savon tulos on lähes sama. Kohteista 10:llä 4,6 metrin raja ylittyy eli näissä kohteissa on ajouraleveyden takia huomautettavaa. Joillakin kohteilla päästiin alle 4 metrin ajouraleveyksiin. Syntyviin ajouraleveyksiin vaikuttavat koneen koko, kuljettajan oma työskentely ja tietenkin myös hieman maasto-olosuhteet. Hyvällä ajourasuunnittelulla saadaan aikaiseksi hyvä leveys esimerkiksi välttämällä mutkittelua.



KUVIO 30. MHY Järvi-Savon hankinta- ja korjuupalvelun keskimääräinen ajouraleveys verrattuna vertailuaineiston mittaustuloksiin.

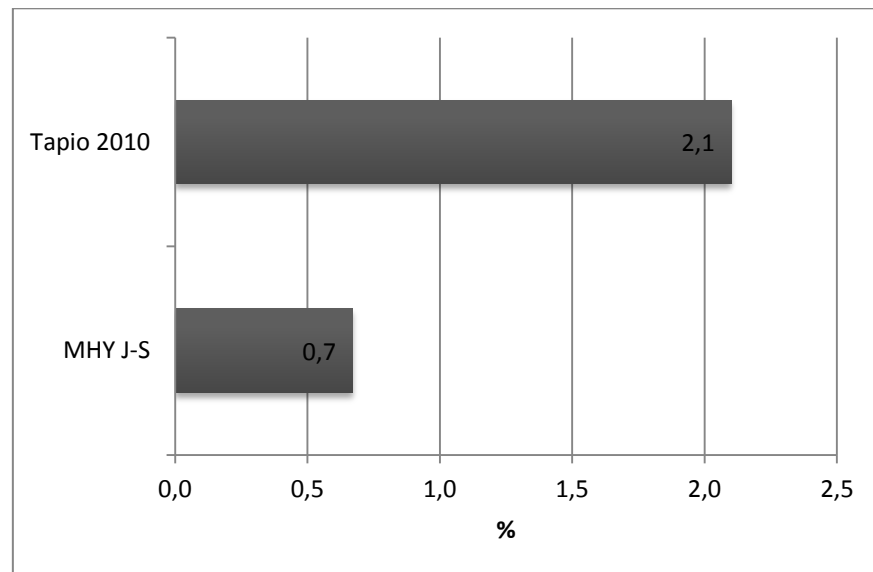
6.5 Ajourapainaumien osuus

Ajourapainaumia oli todella vähän. Kuvioiden antama ajourapainaumien keskiarvo oli noin 0,7 % ajourien kokonaismäärästä. Suositukset antavat rajaksi 4 %, joka alittuu reilusti. Täytyy huomioda, että vähän yli 90 prosenttia kohteista oli kantavia kivennäismaita ja noin 62 prosenttia kohteista oli harvennettu talvella. Vain yhdellätoista kohteella havaittiin urapainaumia. Yhdellä kuviolla urapainausa prosentti kohosi 10,6:een, mutta muilla kohteilla urapainaukset jäivät alle 4 prosentin.

Suurin painaumien keskiarvo oli lehtomaisilla kankailla, kuten aikaisemmin todettiin tuloksissa. Tuoreilla kankailla painaumia oli todella vähän ja kuivahkoilla kankailla

painaumia ei ollut ollenkaan. Ei ole yllättävää, että rehevimmillä kasvupaikkatyypeillä urapainaumia on karumpia enemmän, koska hienojen maalajien osuus usein kasvaa mitä rehevämpi kasvupaikka on kyseessä.

Vähäiset urapainauumat kertovat osaltaan ajourasuunnittelun, ajankohdan suunnittelun ja kuljettajan työn onnistumisesta. Valtakunnallisiin tuloksiin verrattuna Mhy Järvi-Savon tulos on parempi, Tapion mittaamien urapainauuma tulosten ollessa 2,1 %. Kuviossa 31 on esitetty Mhy Järvi-Savon keskimääräiset tulokset verrattuna valtakunnallisiin tuloksiin.

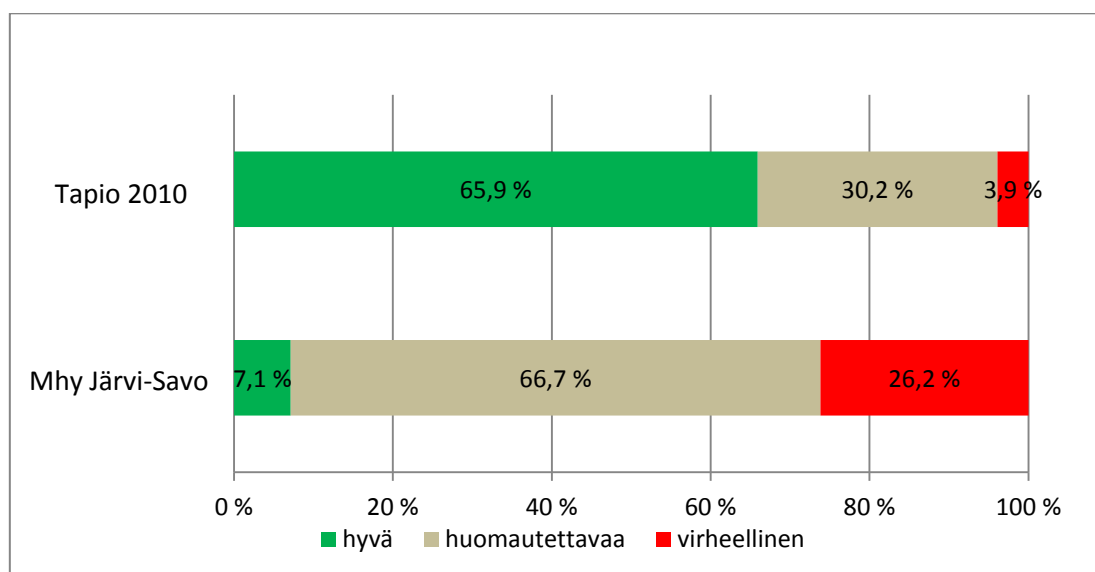


KUVIO 31. MHY Järvi-Savon hankinta- ja korjuupalvelun keskimääräinen ajourapainaumaprosentti verrattuna vertailuaineiston mittaustuloksiin.

6.6 Kokonaisarvostelu

Metsänhoitoyhdistys Järvi-Savon korjuujälki tarkastuksissa harvennushakkuiden toteutuksessa oli hyviä vain 7,1 prosenttia, huomautettavia 66,7 prosenttia ja virheellisiä 26,2 prosenttia kohteista (kuvio 32). Mhy Järvi-Savon kokonaisarvostelu tuloksia verrattaessa Tapion vastaaviin valtakunnallisiin tuloksiin havaitaan todella suuria eroja kaikissa kolmessa kategoriassa. Tarkasteltaessa mahdollisia syitä havaittiin, että useimmilla kuvioilla oli enemmän kuin yksi syy. Useimmiten kuviolla oli kaksi osa-aluetta, joissa oli vähintään huomautettavaa.

Huolestuttavinta oli nähdä kuinka moni kohde oli virheellinen. Suurin syy siihen oli harvennusvoimakkuus. Puuston pohjapinta-ala alitti lakirajan yhdeksällä kohteella ja puustovaurioissa kahdella kohteella ylitettiin 15 prosentin raja. Huomautettavaa ilmeni eniten myös harvennusvoimakkuudessa. Puuston pohjapinta-ala alitti suositukset kahdellakymmenellä kohteella. Puustovaurioita oli yli 4 prosenttia yhdellätoista kohteella, kapea uraväli yhdellätoista kohteella, liian leveä uraleveys yhdeksällä kohteella, urapainaumia yli 4 prosenttia yhdellä kohteella ja pohjapinta-ala oli suosituksia suurempi yhdellä kohteella. Hyviä kohteita oli vain kolme kappaletta eli näissä ei ollut mitään huomautettavaa tai virheellistä.



KUVIO 32. MHY Järvi-Savon hankinta- ja korjuupalvelun korjuujäljen kokonaisarvostelu verrattuna vertailuaineiston kokonaisarvostelu tuloksiin.

7 POHDINTA

Tutkimustulosten mukaan voidaan todeta korjuujäljessä olevan parantamisen varaa. Tämän takia korjuujälkeä tulee seurata tulevaisuudessakin. Korjuukohteet olivat varsin normaaleja harvennuksia. Keskimäärin tutkimuksessa olevat kohteet olivat korjuuteknisesti ehkä enemmän helppoja kuin vaikeita, turvemaiden ja pinnanmuodoiltaan haastavien kohteiden vähäisen määrän takia. Korjuujäljen laadulle sovitut tavoitteet on tulevaisuudessa pyrittävä täyttämään paremmin. Tämä tarkoittaa toimintatapojen muuttamista kohti huolellisempaa puunkorjuuta, joka samalla edellyttää korjuujäljen tämän hetkistä tarkempaa seuranta. Tärkeää on myös korjuun suunnittelun ja toteutuksen koulutustyö.

Erityistä huomiota tulee kiinnittää harvennusvoimakkuuteen ja sen parantamiseen, koska harvennukset on tehty liian voimakkaina Tapion hyvän metsänhoidon suositusten harvennusmalleihin verrattuna. Harvennusvoimakkuus on selvästi suurin syy sille, minkä takia kokonaisarvostelussa huomautettavien ja virheellisten kohteiden määrä on niin suuri. Merkittävin syy voimakkaaseen harvennukseen on ehkä kuviokohtaisen poistuman suurentaminen ja sitä kautta kannattavuuden parantaminen. Tämä saattaa aiheuttaa sen, että metsikön kasvu alenee, koska jäljelle jäävä puusto ei pysty hyödyntämään kaikkea tarjolle tullutta kasvutilaa ja ravinteita. Joillakin kohteilla voimakkaampi harvennus voi olla myös sovittua, jolloin se on perusteltua. Tilanne on kuitenkin korjattavissa kehottamalla koneyrittäjiä tekemään tarkempaa omavalvontaa, jotta lakirajan alitukset saataisiin poistettua. Myös toimihenkilöiden suorittamaa korjuun valvontaa voisi harvennusten osalta tehdä enemmän korjuun aikana, jolloin kuljettajaa voitaisiin ohjeistaa tarpeen mukaan.

Keskimäärin ajouraväli on hyvällä tasolla Metsänhoitoyhdistys Järvi-Savon alueella, mutta tälläkin osa-alueella voidaan jälkeä parantaa. Kohteiden välillä olevaa vaihtelua on jonkin verran. Kuljettajien tarkalla ja huolellisella ajourasuunnittelulla voidaan vaihtelua ajourissa vähentää. Kuljettajat ovat tehneet ajouraleveydet ajouravälejä paremmin, mikä kertoo siltä osalta suunnittelun ja nimenomaan toteutuksen onnistumisesta. Turhilta mutkitteluilta on onnistuttu välttymään hyvin, jolloin uraleveydet on saatu tehtyä sopiviksi.

Vaurioprocentti on keskimäärin ihan hyvällä tasolla, mutta sieltä myös löytyy vaihtelua. Noin 31 prosentilla kaikista kohteista ylitettiin sertifioinnissakin mainittu 4 prosentin raja. Suurin osa kohteista oli harvennettu talvella ja muutenkaan korjuuolosuhteilla ei ollut suuria vaikutuksia, kun mietitään syitä vaurioprocentin suuruudelle. Valtaosalla kohteista kuljettaja pystyy itse omalla työskentelyllään vaikuttamaan vaurioiden määrään. Kaiken kaikkiaan puustovauriot ovat hyvällä tasolla, kun jätetään huomioimatta kohde, jossa mitattiin suurin vaurioprocentti. Urapainauumat ovat erinomaisella tasolla ja tähän löytyy tietenkin useita syitä. Suurinosa harvennuksista on suoritettu talvella, jolloin lumipeite on suojannut urapainaumilta. Toiseksi turvemaiden määrä on erittäin pieni ja kolmanneksi havutus on onnistunut kohteilla erinomaisesti, siellä missä sitä on tarvittu. Turvemaiden määrä oli niin pieni, joten aivan todellista kuvaa tämä ei välttämättä anna urapainaumien

osalta. Täytyy myös muistaa, että vaurioilta ei pystytä välttymään koneellisessa korjuussa. Lisäksi jos halutaan tarkempaa vauriotietoa, edellyttää se systemaattisen koealaverkon käyttöä kohteilla.

Vertailtaessa ensiharvennuksia ja myöhempiä harvennuksia löydettiin kehittämistarpeita. Ensiharvennuksissa eroja syntyi erityisesti harvennusvoimakkuudessa. Voimakkaimmin harvennuksia suoritettiin tuoreilla kankailla ja seuraavaksi lehtomaisilla kankailla. Suurinosa lakirajan alituksista tapahtui tuoreilla kankailla ja nimenomaan kuusivaltaisissa kohteissa. Kuusivaltaiset ensiharvennukset ovat haastavampia jo pelkästään näkyvyyden takia. Syyksi kumminkin arvioisin sen, että kyseisiltä kohteilta on poistettu suurempia puita suhteessa enemmän kuin pieniä puita, mikä myös tiputtaa pohjapinta-alaa paljon. Tämä on kuitenkin vain arvio, koska luotettavaan vertailuun tarvittaisiin tarkat puustotiedot ennen harvennusta. Puustovaurioita havaittiin olevan enemmän myöhemmissä harvennuksissa kuin ensiharvennuksissa vaikka yleensä lähtöoletuksena on, että ensiharvennuksissa syntyy enemmän puustovaurioita. Vaurioiden synnyn jälkeenpäin arvioiminen on haastavaa, mutta muissa harvennuksissa arvioisin vaurioiden syntyneen kaato- ja kuljetusvaiheessa. Kaatovaiheessa isot puut ovat kolhineet toisiaan niin, että vaurioilta ei ole välttytty.

Tuloksia verrattaessa Tapion vuoden 2010 valtakunnallisiin korjuujälkituloksiin, huomattiin kokonaistulosten olevan samansuuntaisia poislukien urapainauumat. Urapainauumatulosten erot johtuvat osin turvemaiden määristä ja korjuuajankohdan eroista. Puusto- ja urapainauhavaurioihin vaikuttaa osaltaan se, että tässä tutkimuksessa ei ole otettu huomioon alkukesää. Silloin erityisesti puustovaurioriski on suurimmillaan. Tutkimustuloksissa ajouraväli oli hieman kapeampi kuin vertailutuloksissa. Eroja saattaa selittää osaltaan erot kuvioissa ja toteutuksessa. Kokonaistuloksissa ei havaittu suuria eroja puustovaurioiden ja uraleveyden osalta.

Yleiskatsaukseltaan työnjälki oli hyvää. Huomioitavaa löytyi vain yksittäisestä kohteesta, jonne oli jäänyt liikaa puutavaraa. Mutta kyseisessä talvikorjuukohteessa syy on ollut selvästi lumen sataminen runkojen päälle, jolloin kaikkia runkoja ei havaittu. Muuten metsään jäänyttä puutavaraa ei löytynyt joko yksittäisiä runkoja enempää tai ei ollenkaan. Varastopaikat olivat yleisesti katsoen siistit eikä ympäristönhoidostakaan havaittu mitään huomioitavaa.

Erityiseksi kehittämiskohteeksi tutkimusten perusteella voidaan todeta harvennusvoimakkuus erityisesti ensiharvennuksissa. Tämän perusteella seuraavaksi tutkimukseksi ehdotan hankinta- ja korjuupalvelun korjuujälkitutkimusta ensiharvennuksissa. Rajaus voitaisiin vielä määritellä niin, että tarkasteltavina kohteina ovat kuusi- ja mäntyvaltaiset ensiharvennukset. Näin rajausta saadaan pienemmäksi ja otantaprosenttia suuremmaksi, jolloin luotettavuus samalla parantuu.

LÄHTEET

Airavaara, Hannu, Ala-Ilomäki, Jari, Högnäs, Tore & Sirén, Matti 2008. Nykykalustolla turvemaiden puunkorjuuseen. Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja 80. PDF-dokumentti. <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp080.pdf>. Ei päivitystietoa. Luettu 19.1.2012.

Hynynen, Jari 2008. Metsän kasvattaminen. Teoksessa Rantala Satu (toim.) 2008. Tapion taskukirja. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy.

Hynynen, Jari, Valkonen, Sauli & Rantala, Satu (toim.) 2005. Tuottava metsänkasvatus. Metsäkustannus Oy. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Hynynen, Jari & Arola, Merja 1999. Ensiharvennusajankohdan vaikutus hoidetun männikön kehitykseen ja harvennuksen kannattavuuteen. Metsätieteen aikakauskirja 1/1999: 5–23. WWW-dokumentti. <http://www.metla.fi/aikakauskirja/abs/fa99/fa991005.htm>. Päivitetty 27.1.1999. Luettu 27.10.2011.

Hyvän metsänhoidon suositukset 2006. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Metsäkustannus Oy. F.G. Lönnberg, Helsinki.

Hyvän metsänhoidon suositukset 2001. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. PDF-dokumentti. <http://virtuoosi.pkky.fi/luonnonhoito/tiedostot/mhsuos2.pdf>. Ei päivitystietoja. Luettu 27.10.2011.

Isomäki, Antti 1994. Ajouran leveyden määrittäminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 501. 66 s.

Kansallinen metsäohjelma 2015 2008. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 3/2008. Vammalan Kirjapaino Oy.

Kiviniemi, Matti 2006. Puukauppa. Metsäkustannus Oy. Karisto Oy, Hämeenlinna.

Kokko, Pekka & Sirén, Matti 1996. Harvennuspuun korjuujälki, korjuujäljen seurausvaikutukset ja niiden arviointi. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 592. 70 s.

Kontinen, Kati 2009. Maaperän vahvistusratkaisut huonosti kantavien maiden puunkorjuussa. Mikkelin ammattikorkeakoulu. A: Tutkimuksia ja raportteja 43. 32 s. + 2 s. liit.

Korjuujälki harvennushakkuussa –opas 2003. Metsäteho Oy. Helsinki: Käpylä Print Oy.

Kärhä, Kalle (toim.) 2001. Harvennuspuun koneelliset korjuuvaihtoehdot. Työtehoseuran julkaisuja 382. Tummavuoren Kirjapaino Oy, Helsinki.

Maa- ja metsätalousministeriön päätös metsälain soveltamisesta 224/1997. PDF-dokumentti. http://www.mtk.fi/metsa/metsapolitiikka/lakitieto/fi_FI/metsalaki/_files/11623114870

095089/default/MMM%20paatos%20metsalain%20soveltamisesta.pdf. Päivitetty 1.8.2006. Luettu 15.11.2011.

Maastotarkastusten ohjeet 2011. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Ei saatavuus tietoa. Päivitetty 24.5.2011. Luettu 2.1.2012.

Metsälaki 12.12.1996/1093. WWW-dokumentti.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961093>. Ei päivitystietoa. Luettu 15.11.2011.

Metsätilastollinen vuosikirja 2011. Metsäntutkimuslaitos. Vammalan Kirjapaino Oy: Sastamala.

Myöhemmät harvennukset. 2009. WWW-dokumentti.
http://www.metsakeskus.fi/web/fin/metsaneuvot/hakkuut_ja_metsanhoito/myohemmat_harvennukset/etusivu.htm. Päivitetty 30.12.2009. Luettu 1.11.2011.

Poikela, Asko 2003. Korjuujäljen mittauksen kehittäminen. Metsätehon raportti 156. Metsäteho Oy. PDF-dokumentti.
http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_156.pdf. Päivitetty 17.12.2003. Luettu 7.11.2011.

Rieppo, Kaarlo 2001. Konekehityksellä yhä parempaan korjuujälkeen. Metsätieteen aikakauskirja. Metsäntutkimuslaitos. PDF-dokumentti.
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff01/ff014635.pdf>. Ei päivitystietoa. Luettu 7.11.2011.

Rieppo, Kaarlo & Kariniemi, Arto 2001. Korjuukoneiden kehittämismahdollisuudet korjuujäljen kannalta. Metsätehon raportti 118. Metsäteho Oy. PDF-dokumentti.
http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_118.pdf. Päivitetty 3.8.2001. Luettu 7.11.2011.

Ryhmäsertifioinnin kriteerit metsäkeskuksen tai metsänhoitoyhdistyksen toimialueen tasolla 2009. PEFC FI 1002:2009. PDF-dokumentti.
http://www.pefc.fi/media/Standardit%202008_09/PEFC%20FI%201002_2009%20Ryhmasertifioinnin%20kriteerit%202009112009.pdf. Päivitetty 9.11.2009. Luettu 1.12.2011.

Sirén, Matti 1998. Hakkuukonetyö, sen korjuujälki ja puustovaurioiden ennustaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 694. 179 s.

Stöd, Reeta, Sirén, Matti, Tanttu, Vesa & Verkasalo, Erkki 2003. Jäävän puuston ja poistuman tekninen laatu ensiharvennusmänniköissä. Metsätieteen aikakauskirja 4/2003: 439–464. PDF-dokumentti.
<http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff03/ff034439.pdf>. Päivitetty 13.10.2003. Luettu 28.12.2011.

Uusitalo, Jori 2003. Metsäteknologian perusteet. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Äijälä, Olli 2003. Maastotyöohje: Korjuujäljen seuranta. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. PDF-dokumentti. Ei päivitystietoa. Luettu 3.1.2012.

LIITTEET

LIITE 1(1). Kuviotiedot

TAULUKKO 4. Kuviotiedot

| nro | urakoit-sija | pinta-ala, ha | kasvupaikka | pääpuulaji | pohjapinta-ala | keskiläpimitta, cm | valtapituus, m | runkoluku/h | harvennustapa |
|-----|--------------|---------------|-------------|------------|----------------|--------------------|----------------|-------------|---------------|
| 1 | A | 1,2 | OMT | Koivu | 11 | 13 | 17 | 800 | ensiharv. |
| 2 | A | 0,8 | MT | Kuusi | 15 | 16 | 18 | 920 | ensiharv. |
| 3 | A | 4,1 | MT | Kuusi | 8 | 11 | 13 | 1160 | ensiharv. |
| 4 | B | 3,7 | MT | Mänty | 11 | 12 | 13 | 680 | ensiharv. |
| 5 | B | 0,7 | MT | Kuusi | 14 | 15 | 18 | 660 | muu harv. |
| 6 | B | 0,5 | MT | Kuusi | 14 | 17 | 18 | 1110 | ensiharv. |
| 7 | C | 2 | OMT | Koivu | 14 | 16 | 19 | 500 | muu harv. |
| 8 | C | 1,5 | OMT | Koivu | 15 | 16 | 20 | 680 | ensiharv. |
| 9 | C | 1,5 | MT | Kuusi | 6 | 11 | 14 | 980 | ensiharv. |
| 10 | D | 2,9 | MT | Kuusi | 13 | 15 | 16 | 760 | ensiharv. |
| 11 | D | 1,4 | VT | Mänty | 16 | 15 | 14 | 1100 | ensiharv. |
| 12 | D | 0,9 | OMT | Kuusi | 18 | 21 | 17 | 510 | muu harv. |
| 13 | E | 0,8 | MT | Mänty | 16 | 15 | 15 | 880 | ensiharv. |
| 14 | E | 4,3 | MT | Mänty | 9 | 11 | 14 | 1020 | ensiharv. |
| 15 | E | 3,1 | MT | Mänty | 11 | 12 | 14 | 1060 | ensiharv. |
| 16 | F | 1 | OMT | Kuusi | 24 | 26 | 23 | 380 | muu harv. |
| 17 | F | 5 | OMT | Koivu | 8 | 15 | 18 | 520 | ensiharv. |
| 18 | F | 0,5 | MT | Kuusi | 13 | 15 | 17 | 660 | ensiharv. |
| 19 | G | 0,8 | MT | Koivu | 13 | 19 | 20 | 430 | muu harv. |
| 20 | G | 2,6 | MT | Mänty | 12 | 13 | 16 | 800 | ensiharv. |
| 21 | G | 0,9 | MT | Kuusi | 9 | 14 | 13 | 900 | ensiharv. |
| 22 | H | 0,5 | OMT | Koivu | 15 | 22 | 22 | 440 | muu harv. |
| 23 | H | 2,8 | OMT | Mänty | 21 | 23 | 21 | 540 | muu harv. |
| 24 | H | 1,1 | Mtkg | Mänty | 17 | 16 | 17 | 760 | ensiharv. |
| 25 | I | 2,6 | Ptkg | Mänty | 11 | 15 | 17 | 600 | ensiharv. |
| 26 | I | 2,3 | MT | Kuusi | 12 | 16 | 18 | 800 | ensiharv. |
| 27 | I | 1,7 | MT | Mänty | 13 | 15 | 14 | 740 | ensiharv. |
| 28 | J | 0,7 | OMT | Kuusi | 23 | 25 | 21 | 610 | muu harv. |
| 29 | J | 0,9 | MT | Kuusi | 19 | 22 | 23 | 440 | muu harv. |
| 30 | J | 0,9 | MT | Mänty | 20 | 16 | 13 | 1020 | ensiharv. |
| 31 | K | 1,1 | MT | Kuusi | 19 | 25 | 23 | 360 | muu harv. |
| 32 | K | 3,9 | MT | Mänty | 11 | 14 | 13 | 800 | ensiharv. |
| 33 | K | 0,8 | OMT | Mänty | 14 | 15 | 13 | 900 | ensiharv. |
| 34 | L | 1,5 | OMT | Mänty | 16 | 21 | 19 | 460 | muu harv. |
| 35 | L | 0,9 | VT | Mänty | 19 | 22 | 22 | 350 | muu harv. |
| 36 | L | 0,9 | OMT | Kuusi | 18 | 18 | 18 | 760 | ensiharv. |
| 37 | M | 0,6 | Mtkg | Kuusi | 12 | 15 | 15 | 760 | ensiharv. |
| 38 | M | 0,9 | OMT | Mänty | 11 | 15 | 13 | 600 | ensiharv. |
| 39 | M | 1,1 | MT | Kuusi | 14 | 17 | 16 | 750 | muu harv. |
| 40 | N | 1,7 | VT | Mänty | 16 | 18 | 17 | 1240 | ensiharv. |
| 41 | N | 2,2 | MT | Mänty | 16 | 14 | 12 | 1160 | ensiharv. |
| 42 | N | 1,2 | Rhtkg | Koivu | 16 | 21 | 21 | 380 | muu harv. |

LIITE 1(2). Korjuujälki tulokset

TAULUKKO 5. Korjuujälki tulokset

| nro | urakoit- sija | poistuma/ ha | uraväli, m | uraleveys, dm | painuma % | runko vaurio | juuriva- urio % | vaurio % | raivaus | harvennus- tapa |
|-----|------------------|-----------------|---------------|------------------|--------------|-----------------|--------------------|----------|---------|--------------------|
| 1 | A | 560 | 18,2 | 42,7 | 0 | 2,5 | 0 | 2,5 | kyllä | ensiharv. |
| 2 | A | 700 | 20,2 | 41,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | ei | ensiharv. |
| 3 | A | 1000 | 20,9 | 39,9 | 0 | 8,6 | 0 | 8,6 | ei | ensiharv. |
| 4 | B | 480 | 23,6 | 41,2 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | ei | ensiharv. |
| 5 | B | 420 | 18,3 | 43,8 | 0 | 1,5 | 0 | 1,5 | ei | muu harv. |
| 6 | B | 660 | 22,3 | 39,2 | 0,4 | 3,6 | 0,9 | 4,5 | kyllä | ensiharv. |
| 7 | C | 220 | | | 0 | 8 | 0 | 8 | kyllä | muu harv. |
| 8 | C | 480 | 22,2 | 44,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | kyllä | ensiharv. |
| 9 | C | 700 | 21,1 | 46,7 | 0 | 2 | 0 | 2 | kyllä | ensiharv. |
| 10 | D | 440 | 21,0 | 48,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | kyllä | ensiharv. |
| 11 | D | 640 | 19,1 | 43,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | ei | ensiharv. |
| 12 | D | 350 | | | 0 | 2 | 0 | 2 | ei | muu harv. |
| 13 | E | 640 | 19,6 | 44,0 | 0 | 4,5 | 0 | 4,5 | kyllä | ensiharv. |
| 14 | E | 520 | 18,8 | 45,5 | 0,3 | 2 | 0 | 2 | kyllä | ensiharv. |
| 15 | E | 320 | 22,1 | 42,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | ei | ensiharv. |
| 16 | F | 240 | | | 0 | 7,8 | 7,8 | 15,8 | ei | muu harv. |
| 17 | F | 640 | 22,9 | 51,6 | 0 | 7,7 | 0 | 7,7 | kyllä | ensiharv. |
| 18 | F | 620 | 22,7 | 47,3 | 0 | 3 | 0 | 3 | ei | ensiharv. |
| 19 | G | 260 | | | 0 | 2,3 | 0 | 2,3 | kyllä | muu harv. |
| 20 | G | 1040 | 22,9 | 41,5 | 1,8 | 2,5 | 2,5 | 5 | kyllä | ensiharv. |
| 21 | G | 140 | 19,9 | 34,8 | 0 | 4,4 | 0 | 4,4 | ei | ensiharv. |
| 22 | H | 140 | | | 10,3 | 0 | 4,5 | 4,5 | ei | muu harv. |
| 23 | H | 320 | | | 0 | 7,4 | 7,4 | 14,8 | ei | muu harv. |
| 24 | H | 600 | 16,6 | 44,0 | 2,8 | 0 | 0 | 0 | kyllä | ensiharv. |
| 25 | I | 400 | 18,7 | 52,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | kyllä | ensiharv. |
| 26 | I | 320 | 20,5 | 50,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | kyllä | ensiharv. |
| 27 | I | 600 | 18,6 | 46,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | ei | ensiharv. |
| 28 | J | 490 | 19,4 | 47,9 | 0 | 27,8 | 6,5 | 34,3 | ei | muu harv. |
| 29 | J | 210 | | | 1,3 | 2,3 | 2,3 | 4,5 | ei | muu harv. |
| 30 | J | 660 | 22,4 | 44,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | ei | ensiharv. |
| 31 | K | 220 | | | 0 | 0 | 2,8 | 2,8 | ei | muu harv. |
| 32 | K | 520 | 23,5 | 41,5 | 0 | 2,5 | 0 | 2,5 | kyllä | ensiharv. |
| 33 | K | 580 | 21,0 | 46,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | ei | ensiharv. |
| 34 | L | 320 | | | 2,7 | 2,2 | 0 | 2,2 | kyllä | muu harv. |
| 35 | L | 230 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | ei | muu harv. |
| 36 | L | 500 | 21,3 | 47,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | ei | ensiharv. |
| 37 | M | 560 | 18,3 | 40,6 | 2,5 | 5,3 | 2,6 | 7,9 | kyllä | ensiharv. |
| 38 | M | 320 | 17,9 | 41,0 | 3 | 0 | 0 | 0 | ei | ensiharv. |
| 39 | M | 450 | 24,5 | 42,1 | 0 | 2,7 | 0 | 2,7 | ei | muu harv. |
| 40 | N | 420 | 22,1 | 38,3 | 0 | 6,5 | 1,6 | 8,1 | ei | ensiharv. |
| 41 | N | 480 | 22,5 | 33,1 | 2,7 | 5,2 | 0 | 5,2 | ei | ensiharv. |
| 42 | N | 250 | | | 0 | 5,3 | 2,6 | 7,9 | kyllä | muu harv. |